

PATENT
ATTORNEY DOCKET NO.: 041514-5143

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Masakazu OGASAWARA, et al.)
Application No.: 09/944,098) Group Art Unit: 2651
Filed: September 4, 2001) Examiner: Unassigned



OPTICAL PICKUP DEVICE AND FOCUS ERROR DETECTING METHOD THEREFOR

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

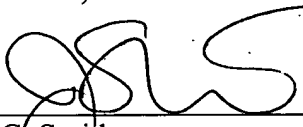
CLAIM FOR PRIORITY

Under the provisions of 35 U.S.C. §119, Applicants hereby claim the benefit of the filing date of Certified copy of Japanese Patent Application Nos. 2000-272090 filed September 7, 2000 and 2000-272091 Filed September 7, 2000 for the above-identified United States Patent Application.

In support of Applicants' claim for priority, filed herewith is a certified copy of the Japanese application.

Respectfully submitted,

MORGAN, LEWIS & BOCKIUS LLP



John G. Smith
Reg. No. 38,818

Dated: December 4, 2001

MORGAN, LEWIS & BOCKIUS LLP
1800 M Street, N.W.
Washington, D.C. 20036
(202)467-7000

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application 2000年 9月 7日

出 願 番 号
Application Number 特願2000-272090

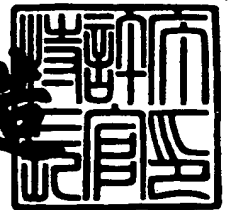
出 願 人
Applicant(s): パイオニア株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月 3日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3069020

【書類名】 特許願

【整理番号】 55P0083

【提出日】 平成12年 9月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 27/40

【発明の名称】 光ピックアップ装置及び焦点誤差検出方法

【請求項の数】 18

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

 【氏名】 小笠原 昌和

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

 【氏名】 小柳 一

【特許出願人】

 【識別番号】 000005016

 【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100079119

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤村 元彦

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 016469

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 0 - 2 7 2 0 9 0

【包括委任状番号】 9006557

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ装置及び焦点誤差検出方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学式記録媒体の情報記録面上のトラックに光ビームを集光してスポットを形成する照射光学系、及び、前記スポットから反射されて戻った戻り光を光検出器へ導く光検出光学系を有し、前記光ビームの焦点誤差を検出する光ピックアップ装置であって、

戻り光の光路に垂直な平面上において前記トラックの伸長方向及び該伸長方向に垂直な方向に対応して延在する 2 つの分割線を境に光路の中心から 4 分割された第 1 ～第 4 象限の領域を有し、前記分割線を境に同じ側の隣接する前記領域を通過する前記戻り光へ光路周りに互いに 9 0 度回転した方向の非点収差を付与するとともに、前記戻り光を前記領域毎に少なくとも 4 つに分離する焦点誤差検出用光学素子と、

分離された前記戻り光を受光し、各々が非点収差が付与された光学系において光ビームが円形となる像面における前記分割線に対応する輪郭線を有しかつ前記輪郭線の一方に略平行に伸長する 2 分割線により分割された 2 つの受光領域からなる離間した複数の受光素子を有する光検出器と、を有することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】 前記受光素子の前記 2 分割線は、前記トラックの伸長方向に垂直な方向に対応して延在することを特徴とする請求項 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3】 前記受光素子の前記 2 分割線は、非点収差が付与された光学系において光ビームが円形となる像面における前記受光素子上の受光した前記戻り光のスポットによって生じる前記受光素子の 2 つの受光領域から出力される信号が略等しくなる位置に、延在することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4】 前記受光素子に接続され、前記受光素子の 2 つの受光領域から出力される信号の差分の合計から焦点誤差信号を生成する演算回路を有することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5】 非点収差によって生じる 2 つの線像範囲外における前記戻り光を受光する副受光素子を、前記受光素子の前記分割線に対応する前記輪郭線に沿って配置したことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6】 前記副受光素子に接続されかつ、前記第 1 ～ 第 4 象限の領域における対角位置に存在する 2 組の領域からの前記戻り光により生じる前記副受光素子から出力される信号の和を演算する演算回路を有することを特徴とする請求項 5 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 7】 前記受光素子及び前記副受光素子に接続されかつ、前記受光素子の 2 つの受光領域から出力される信号の差分の合計に、前記第 1 ～ 第 4 象限の領域における対角位置に存在する 2 組の領域からの前記戻り光により生じる前記副受光素子から出力される信号の差分を、加算するキャプチャレンジ演算回路を有することを特徴とする請求項 5 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 8】 前記副受光素子を、前記受光素子の前記分割線に対応する前記輪郭線の反対側の前記受光領域に、一体化したことを特徴とする請求項 5 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 9】 前記焦点誤差検出用光学素子は、前記第 1 ～ 第 4 象限の領域における一方の対角位置にそれぞれ配置される前記分割線の伸長方向を中心軸とするシリンドリカルレンズと、他方の対角位置にそれぞれ配置される前記分割線の伸長方向に対し 90 度をなす方向を中心軸とするシリンドリカルレンズと、からなり、少なくとも一方の対角位置の領域にそれぞれ配置された前記シリンドリカルレンズの前記中心軸は前記分割線から平行に偏心させたことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 10】 前記少なくとも一方の対角位置の領域にそれぞれ配置された前記シリンドリカルレンズの前記中心軸は前記分割線から平行にかつ互いに逆側に偏心させたことを特徴とする請求項 9 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 11】 前記偏心されたシリンドリカルレンズが前記一方の対角位置の領域のみにそれぞれ配置された場合、残る他方の対角位置にそれぞれ配置される前記シリンドリカルレンズの領域にそれぞれ配置されかつ前記戻り光の光路

に垂直な平面に対し異なる角度で傾斜した偏向プリズム面を設けたことを特徴とする請求項 1 0 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 2】 前記焦点誤差検出用光学素子は、前記第 1 ～第 4 象限の領域における一方の対角位置にそれぞれ配置される前記分割線の伸長方向を中心軸とするシリンдриカルレンズと、他方の対角位置にそれぞれ配置される前記分割線の伸長方向に対し 9 0 度をなす方向を中心軸とするシリンдриカルレンズと、からなり、少なくとも一方の対角位置の領域にそれぞれ配置されかつ前記戻り光の光路に垂直な平面に対し傾斜した偏向プリズム面を設けたことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 3】 前記少なくとも一方の対角位置の領域にそれぞれ配置された前記偏向プリズム面は前記戻り光の光路に垂直な平面に対し異なる角度で傾斜させたことを特徴とする請求項 1 2 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 4】 前記偏向プリズム面が前記一方の対角位置の領域のみにそれぞれ配置された場合、残る他方の対角位置の領域にそれぞれ配置された前記シリンдриカルレンズの前記中心軸は前記分割線から平行にかつ互いに逆側に偏心させたことを特徴とする請求項 1 3 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 5】 前記受光素子は、前記焦点誤差検出用光学素子の前記分割線の一方に平行に並設されていることを特徴とする請求項 9 ～ 1 4 のいずれか 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 6】 前記照射光学系に回折格子を配置し、前記並設された前記受光素子の列の側方に、+ 1 次回折サブビーム及び - 1 次回折サブビームをそれぞれ受光する一対のサブ光検出器を有し、3 ビーム方式によるトラッキング制御を行うことを特徴とする請求項 1 5 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 7】 前記焦点誤差検出用光学素子の前記第 1 ～第 4 象限の領域を通過する前記戻り光を独立に受光する対角位置に存在する 2 組の前記受光素子から出力されるそれぞれの合計信号の位相差分を検出する比較検出器を有し、位相差方式によるトラッキング制御を行うことを特徴とする請求項 9 ～ 1 4 のいずれか 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 8】 光学式記録媒体の情報記録面上のトラックに光ビームを集

光してスポットを形成する照射光学系、及び、前記スポットから反射されて戻った戻り光を光検出器へ導く光検出光学系を有する光ピックアップ装置における前記光ビームの焦点誤差を検出する焦点誤差検出方法であって、

戻り光の光路に垂直な平面上において前記トラックの伸長方向及び該伸長方向に垂直な方向に対応して延在する2つの分割線を境に光路の中心から4分割された第1～第4象限の領域を有し、前記分割線を境に同じ側の隣接する前記領域を通過する前記戻り光へ光路周りに互いに90度回転した方向の非点収差を付与するとともに、前記戻り光を前記領域毎に少なくとも4つに分離し、

分離された前記戻り光を受光し、各々が非点収差が付与された光学系において光ビームが円形となる像面における前記分割線に対応する輪郭線を有しかつ前記輪郭線の一方に略平行に伸長する2分割線により分割された2つの受光領域からなる離間した複数の受光素子を用いて、前記受光素子の2つの受光領域から出力される信号の差分の合計から焦点誤差信号を生成することを特徴とする焦点誤差検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ビームを用いて、光ディスクなどの光学式情報記録媒体に対し、情報信号を書き込み又は情報信号を読み出す光学式情報記録再生装置における光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光ピックアップは、CD (Compact Disk)、CD-ROM、DVD (Digital Versatile Disk) などの光ディスクの表面の情報記録面上に螺旋又は同心円状に形成されたピット列又はトラックなどへ、光源から射出された光ビームを集光しスポットを形成して、光ディスクの情報記録面で反射されて戻って来た戻り光から音楽やデータなどの記録情報を読み取るために、又はトラックなどへ記録情報を書き込むために、対物レンズを含む照射光学系と光検出系を備えている。

【0003】

この光ピックアップにおいては、情報を光ディスクに確実に書き込み又は光ディスクから情報を確実に読み取るため、いわゆる対物レンズのフォーカスサーボ及びトラッキングサーボが不可欠である。トラッキングサーボ制御は、光ビームをつねに光ディスクの情報記録面の記録箇所（例えばトラック）上に照射するように、対物レンズのトラックに対する光ディスクの半径方向位置における位置制御である。フォーカシングサーボ制御は、光ビームがスポット状の点となって記録箇所に収束するように対物レンズの光軸方向（フォーカシング方向）の位置の合焦位置に対する誤差、すなわち焦点誤差が小になるように対物レンズの光軸方向における位置制御である。

【0004】

フォーカシングサーボ制御の方式としては、例えば、戻り光の光学系中で光を2つの光路に分割し、それぞれ前方のディテクタに結ぶ焦点及び後方のディテクタに結ぶ焦点を生じるように構成して前方及び後方のディテクタ上の光スポットの大きさを比較するスポットサイズ法や、戻り光の光学系中にシリンドリカルレンズや平行平板などを配置し、戻り光を4分割ディテクタで受光しディテクタ上の光スポット形状を検出する非点収差法などが知られている。

【0005】

スポットサイズ法では戻り光を分割するので光ピックアップ全体が大きくなるが、非点収差法では、非合焦の検出感度が高く、光検出に4分割ディテクタを用いるため、DPD (Differential Phase Detection) 方式でのトラッキングサーボ制御のためのトラッキングエラー信号を演算しやすい。また、光ピックアップ全体を小型化できるため、3つの光スポットを用いる3ビーム方式の光ピックアップにも適用しやすい、という利点がある。

【0006】

非点収差法を用いた従来の光ピックアップ装置の一例を図1に示す。半導体レーザー1からの光ビームは、偏光ビームスプリッタ3、コリメータレンズ4及び1/4波長板6を透過して、対物レンズ7によってその焦点付近に置かれている光ディスク5に集光され、光ディスク5の情報記録面のピット列（トラック）上で

光スポットSPとなる。

【0007】

光ディスク5から反射して戻る光は対物レンズ7で集められ、1/4波長板6及びコリメータレンズ4を透過して、偏光ビームスプリッタ3によって向きを変えられ、シリンドリカルレンズ8を通過して非点収差を付与され、トラック伸長方向とディスク半径方向とで直交する2線分によって4分割された受光面を有する4分割フォトディテクタ9の中心付近に光スポットSPを形成する。

【0008】

シリンドリカルレンズ8は、図2に示すように、その中心軸が光ディスク5のトラック伸長方向に対して45度の角度で伸長するように、戻り光の光路に配置されるので、対物レンズ7で収束する戻り光に非点収差を与え、線像M、非点収差が付与された光学系において光ビームが円形（最小散乱円）となる像面B（以下、最小散乱円像面という）及び線像Sを形成する。よって、シリンドリカルレンズ8は、光ディスク5の記録面に集光された光ビームの合焦時は最小散乱円像面Bにて図3（a）の如く円形の光スポットSPを4分割フォトディテクタ9に照射し、フォーカスが合っていない時（図1に示す光ディスク5から対物レンズ7が遠い（b）又は近い（c）時）は、図3（b）又は（c）の如く4分割された受光面の対角線方向に楕円形の光スポットSPを4分割フォトディテクタ9に照射する。

【0009】

4分割フォトディテクタ9は、4つの各受光面に照射された光スポットの部分とその光強度に応じて各々電気信号に光電変換してフォーカスエラー検出回路12に供給する。フォーカスエラー検出回路12は、4分割フォトディテクタ9から供給される電気信号に基づいて所定の演算を施して得られた信号（以下、フォーカスエラー信号又はFESともいう）を生成し、アクチュエータ駆動回路13に供給する。アクチュエータ駆動回路13はフォーカシング駆動信号をアクチュエータ15に供給する。アクチュエータ15は、フォーカシング駆動信号に応じて対物レンズ7をフォーカシング方向に移動せしめる。このように、フォーカスエラー信号をフィードバックするようにして対物レンズの位置制御する。

【 0 0 1 0 】

図 4 に示すように、4 分割フォトディテクタ 9 は直交する 2 本の分割線 L 1、L 2 を境界線として各々近接配置されかつ互いに独立した第 1 ～第 4 象限の 4 個の受光部 DET 1 ～DET 4 から構成され、これにフォーカスエラー検出回路 1 2 が接続されている。4 分割フォトディテクタ 9 は、一方の分割線 L 1 が光ディスク 5 の記録トラック伸長方向すなわち接線方向の写像に平行になり、かつ他方の分割線 L 2 が半径方向の写像に平行になるように、配置されている。この 4 分割フォトディテクタ 9 の受光面中心 O に関して対称な受光部 DET 1 と DET 3 からの各光電変換出力は加算器 2 2 で加算され、受光部 DET 2 と DET 4 からの各光電変換出力は加算器 2 1 で加算され、これら加算器 2 1、2 2 の各出力が差動アンプ 2 3 に供給される。差動アンプ 2 3 は、供給信号の差を算出し、その差分信号をフォーカスエラー信号 (F E S) として出力する。

【 0 0 1 1 】

このように従来のフォーカスエラー検出回路 1 2 では、4 分割フォトディテクタ 9 の出力をそれぞれ加算器 2 1 及び 2 2 により加算して、差動アンプ 2 3 により求めフォーカスエラー成分を生成する。すなわち、4 分割フォトディテクタ 9 の受光部の符号をその出力として示すと、フォーカスエラー信号 F E S は、以下の式 (1) によって示される。

【数 1】

$$F E S = (D E T 1 + D E T 3) - (D E T 2 + D E T 4) \cdots \cdots (1)$$

【 0 0 1 2 】

フォーカスエラー信号 (F E S) のいわゆる S 字特性を図 5 に示す。フォーカスが合っている合焦時は光スポット強度分布が 4 分割フォトディテクタ 9 の受光面中心 O に関して対称すなわち、接線方向及び半径方向において対称となる図 3 (a) の如き真円の光スポットが 4 分割フォトディテクタ 9 に形成されるので、対角線上にある受光部の光電変換出力をそれぞれ加算して得られる値は互いに等しくなり、フォーカスエラー成分は「0」となる。また、フォーカスが合っていない時は図 3 (b) 又は (c) の如く受光部の対角線方向に楕円の光スポットが 4 分割フォトディテクタ 9 に形成されるので、対角線上にある受光部の光電変換

出力をそれぞれ加算して得られる値は極性が互いに異なるものとなる。よって、差動アンプ23により出力されるフォーカスエラー成分は、そのフォーカス誤差に応じた値となる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、非点収差法では、光ピックアップに非点収差など収差がある場合には、光ビームスポットが光ディスクのトラックを横切る際にフォーカスエラー信号に与えるノイズ（以下、「トラック横切りノイズ」という。）の影響を受ける。すなわち、図3（a）に示す合焦時の場合でもFES=0とならない場合がある。

【0014】

光ピックアップ装置における不要な非点収差は、回折格子及びハーフミラー等の光学部品の光ビームの透過面が出射光ビームの光軸に対して傾いて垂直でない場合などのアライメントの精度が低い場合、また、半導体レーザーの出射光ビーム自体に非点収差がある場合に生じ、さらに、光ビームの照射及び反射にかかわるディスク基板の複屈折によっても非点収差が発生してしまう。

【0015】

この不要な非点収差は整形プリズムなどの光学部品によって多少相殺して解消することができるが、非点収差方向の接線（トラック）方向又は半径方向に対応する方向に対して例えば45°方向に伸長するいわゆる斜め非点収差成分は光学系全体としては残ることになる。例えば、ポリカーボネート（PC）製ディスク基板に集光光ビームを照射した場合、接線（トラック）方向又は半径方向に対して斜め45°方向の非点収差が現れる。

【0016】

非点収差法による光ピックアップ装置の照射光学系及び光検出光学系において、光学素子（光源の半導体レーザー、LEDなども含む）は、不要の非点収差が発生しないように設計されてはいるが、実際には不要の非点収差を完全に取り除くことは難しい。このようなフォーカスサーボに用いない不要の非点収差が存在する場合、情報記録面にランド及びグルーブを有する光ディスクからフォーカス

エラー信号を得ようとする、トラック横切りノイズが発生する。4分割フォトディテクタ9上の円形の光ビームスポット内において光強度の分布に偏りが生じるためである。

【0017】

従来のCD用光ピックアップでは、対物レンズの開口数NAが小さく焦点深度が大きいために、該ノイズがフォーカスエラー信号に多少乗っても問題にならなかった。しかし、DVD-RAMなどのランド及びグルーブのある光ディスクから情報を読み取る場合、対物レンズの開口数が大きく焦点深度が小さくなるので、フォーカスエラー信号に含まれる該FESノイズの対物レンズのフォーカサーボに与える影響が大きくなる。また、プッシュプルエラーが出るようにグルーブの深さが設定されている場合も影響が大きくなる。

【0018】

さらに、図5に示すように、従来の非点収差法においては、最小散乱円像面Bを含む線像M及び線像S間の非点隔差が生じる範囲、すなわちフォーカスエラー信号の有効範囲（キャプチャーレンジ）内で急峻な応答特性が得られる。本来有効でないキャプチャーレンジ外のフォーカスエラー信号は急峻ゼロになることが望ましい。しかし、従来のフォーカスエラー検出は、デフォーカスにより漸次、大きくなって楕円形スポットがディテクタをはみ出し時点から徐々に出力が開始めるので、また対角成分出力が漏れ込むので、急峻な特性が達成できない。近年の高密度光ディスクに対応して対物レンズの開口数が大きくなると対物レンズの動作距離の範囲が更に制限されるようになるので、従来の非点収差法の正確なキャプチャーレンジの検出が望まれる。

【0019】

フォーカサーボのキャプチャーレンジを正確に知る試みには、例えば、特開平8-185635号公報に開示されている非点収差法がある。かかる技術では、4分割フォトディテクタの外側に設けた補助ディテクタの出力により多層ディスクを再生する場合のキャプチャーレンジを検出している。しかし、かかる非点収差法では、デフォーカスにより連続的に大きくなっていく楕円スポットが4分割ディテクタをはみ出し時点から徐々に出力が開始めるので、急峻なキャプチャ

ーレンジ検出信号特性が達成できない。

【 0 0 2 0 】

本発明は上記の問題を解決するためになされたものであり、本発明の解決しようとする課題は、トラック横切りノイズや光ディスク厚み誤差の影響を受けにくく3ビーム方式やDPD方式との併用が可能な光ピックアップ装置及び焦点誤差検出方法を提供することにある。

【 0 0 2 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明の光ピックアップ装置は、光学式記録媒体の情報記録面上のトラックに光ビームを集光してスポットを形成する照射光学系、及び、前記スポットから反射されて戻った戻り光を光検出器へ導く光検出光学系を有し、前記光ビームの焦点誤差を検出する光ピックアップ装置であって、

戻り光の光路に垂直な平面上において前記トラックの伸長方向及び該伸長方向に垂直な方向に対応して延在する2つの分割線を境に光路の中心から4分割された第1～第4象限の領域を有し、前記分割線を境に同じ側の隣接する前記領域を通過する前記戻り光へ光路周りに互いに90度回転した方向の非点収差を付与するとともに、前記戻り光を前記領域毎に少なくとも4つに分離する焦点誤差検出用光学素子と、

分離された前記戻り光を受光し、各々が非点収差が付与された光学系において光ビームが円形となる像面における前記分割線に対応する輪郭線を有しかつ前記輪郭線の一方に略平行に伸長する2分割線により分割された2つの受光領域からなる離間した複数の受光素子を有する光検出器と、を有することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

本発明の光ピックアップ装置においては、前記受光素子の前記2分割線は、前記トラックの伸長方向に垂直な方向に対応して延在することを特徴とする。

本発明の光ピックアップ装置においては、前記受光素子の前記2分割線は、非点収差が付与された光学系において光ビームが円形となる像面における前記受光素子上の受光した前記戻り光のスポットによって生じる前記受光素子の2つの受光領域から出力される信号が略等しくなる位置に、延在することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

本発明の光ピックアップ装置においては、前記受光素子に接続され、前記受光素子の2つの受光領域から出力される信号の差分の合計から焦点誤差信号を生成する演算回路を有することを特徴とする。

本発明の光ピックアップ装置においては、非点収差によって生じる2つの線像範囲外における前記戻り光を受光する副受光素子を、前記受光素子の前記分割線に対応する前記輪郭線に沿って配置したことを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

本発明の光ピックアップ装置においては、前記副受光素子に接続されかつ、前記第1～第4象限の領域における対角位置に存在する2組の領域からの前記戻り光により生じる前記副受光素子から出力される信号の和を演算する演算回路を有することを特徴とする。

本発明の光ピックアップ装置においては、前記受光素子及び前記副受光素子に接続されかつ、前記受光素子の2つの受光領域から出力される信号の差分の合計に、前記第1～第4象限の領域における対角位置に存在する2組の領域からの前記戻り光により生じる前記副受光素子から出力される信号の差分を、加算するキャプチャチャレンジ演算回路を有することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

本発明の光ピックアップ装置においては、前記副受光素子を、前記受光素子の前記分割線に対応する前記輪郭線の反対側の前記受光領域に、一体化したことを特徴とする。

本発明の光ピックアップ装置においては、前記焦点誤差検出用光学素子は、前記第1～第4象限の領域における一方の対角位置にそれぞれ配置される前記分割線の伸長方向を中心軸とするシリンドリカルレンズと、他方の対角位置にそれぞれ配置される前記分割線の伸長方向に対し90度をなす方向を中心軸とするシリンドリカルレンズと、からなり、少なくとも一方の対角位置の領域にそれぞれ配置された前記シリンドリカルレンズの前記中心軸は前記分割線から平行に偏心させたことを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

本発明の光ピックアップ装置においては、前記少なくとも一方の対角位置の領域にそれぞれ配置された前記シリンドリカルレンズの前記中心軸は前記分割線から平行にかつ互いに逆側に偏心させたことを特徴とする。

本発明の光ピックアップ装置においては、前記偏心されたシリンドリカルレンズが前記一方の対角位置の領域のみにそれぞれ配置され場合、残る他方の対角位置にそれぞれ配置される前記シリンドリカルレンズの領域にそれぞれ配置されかつ前記戻り光の光路に垂直な平面に対し異なる角度で傾斜した偏向プリズム面を設けたことを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

本発明の光ピックアップ装置においては、前記焦点誤差検出用光学素子は、前記第 1 ～ 第 4 象限の領域における一方の対角位置にそれぞれ配置される前記分割線の伸長方向を中心軸とするシリンドリカルレンズと、他方の対角位置にそれぞれ配置される前記分割線の伸長方向に対し 9 0 度をなす方向を中心軸とするシリンドリカルレンズと、からなり、少なくとも一方の対角位置の領域にそれぞれ配置されかつ前記戻り光の光路に垂直な平面に対し傾斜した偏向プリズム面を設けたことを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

本発明の光ピックアップ装置においては、前記少なくとも一方の対角位置の領域にそれぞれ配置された前記偏向プリズム面は前記戻り光の光路に垂直な平面に対し異なる角度で傾斜させたことを特徴とする。

本発明の光ピックアップ装置においては、前記偏向プリズム面が前記一方の対角位置の領域のみにそれぞれ配置され場合、残る他方の対角位置の領域にそれぞれ配置された前記シリンドリカルレンズの前記中心軸は前記分割線から平行にかつ互いに逆側に偏心させたことを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

本発明の光ピックアップ装置においては、前記受光素子は、前記焦点誤差検出用光学素子の前記分割線の一方に平行に並設されていることを特徴とする。

本発明の光ピックアップ装置においては、前記照射光学系に回折格子を配置し、前記並設された前記受光素子の列の側方に、+ 1 次回折サブビーム及び - 1 次

回折サブビームをそれぞれ受光する一対のサブ光検出器を有し、3ビーム方式によるトラッキング制御を行うことを特徴とする。

【0030】

本発明の光ピックアップ装置においては、前記焦点誤差検出用光学素子の前記第1～第4象限の領域を通過する前記戻り光を独立に受光する対角位置に存在する2組の前記受光素子から出力されるそれぞれの合計信号の位相差分を検出する比較検出器を有し、位相差方式によるトラッキング制御を行うことを特徴とする。

【0031】

本発明の光ピックアップ装置においては、光学式記録媒体の情報記録面上のトラックに光ビームを集光してスポットを形成する照射光学系、及び、前記スポットから反射されて戻った戻り光を光検出器へ導く光検出光学系を有する光ピックアップ装置における前記光ビームの焦点誤差を検出する焦点誤差検出方法であって、

戻り光の光路に垂直な平面上において前記トラックの伸長方向及び該伸長方向に垂直な方向に対応して延在する2つの分割線を境に光路の中心から4分割された第1～第4象限の領域を有し、前記分割線を境に同じ側の隣接する前記領域を通過する前記戻り光へ光路周りに互いに90度回転した方向の非点収差を付与するとともに、前記戻り光を前記領域毎に少なくとも4つに分離し、

分離された前記戻り光を受光し、各々が非点収差が付与された光学系において光ビームが円形となる像面における前記分割線に対応する輪郭線を有しかつ前記輪郭線の一方に略平行に伸長する2分割線により分割された2つの受光領域からなる離間した複数の受光素子を用いて、前記受光素子の2つの受光領域から出力される信号の差分の合計から焦点誤差信号を生成することを特徴とする。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るの実施形態について、図面を参照しながら説明する。

(光ピックアップ装置及び光路)

図6は、本発明の一実施形態である光ピックアップの構成を示す図である。図

6に示すように、この光ピックアップ100は、光源である半導体レーザ1と、グレーティング2と、偏光ビームスプリッタ3と、コリメータレンズ4と、ミラー25と、1/4波長板6と、対物レンズ7と、透光性材料からなる焦点誤差検出用光学素子18と、光検出器19を備えている。対物レンズ7上には、離間して光ディスク5が装荷される。また、図7に示すように、焦点誤差検出用光学素子18はシリンドリカルレンズの第1レンズ部31、第2レンズ部32、第3レンズ部33及び第4レンズ部34からなり、光検出器19はこれらレンズ部に対応した第1受光素子31PD、第2受光素子32PD、第3受光素子33PD及び第4受光素子34PDを一方の分割線に沿って列19Lとして配置して備えている。これらについては詳しく後述する。なお、対物レンズ7には、対物レンズ7を光軸方向の前後に移動可能な従来技術と同様な対物レンズ駆動機構（図示せず）が設けられている。

【0033】

半導体レーザ1から射出された光ビームは、グレーティング2を経て偏光ビームスプリッタ3に入射する。偏光ビームスプリッタ3は偏光鏡を有しており、入射した光ビームは偏光ビームスプリッタ3を通過し、コリメータレンズ4を経て、ミラー25により光路を直角に変えられ、1/4波長板6を通過し、対物レンズ7から光ディスク5の情報記録面へ照射される。対物レンズ7は光ディスク5上に螺旋又は同心円状に形成されたピット列又はトラックへ光ビームを集光しスポットを形成する。この照射光ビームスポットにより、光ディスクの情報記録面に記録情報を書き込む、あるいは読み出すことができる。

【0034】

光ディスクの情報記録面上の光ビームスポットにて反射された戻り光は、同じ光路を戻り、対物レンズ7、1/4波長板6、ミラー25及びコリメータレンズ4を経て、再び偏光ビームスプリッタ3に入射する。この場合には、戻り光は偏光ビームスプリッタ3により半導体レーザ1への方向とは異なる方向へ光路を変えられ、焦点誤差検出用光学素子18へ導かれる。焦点誤差検出用光学素子18を通過した戻り光は非点収差を付与されるとともに、図7に示すように、光路中央から第1レンズ部31、第2レンズ部32、第3レンズ部33及び第4レン

ズ部 3 4 により、それぞれ第 1 光路 P 1、第 2 光路 P 2、第 3 光路 P 3、及び第 4 光路 P 4 に 4 分割されて、それぞれ光検出器 1 9 の離間して配置された 4 つ第 1 受光素子 3 1 P D、第 2 受光素子 3 2 P D、第 3 受光素子 3 3 P D 及び第 4 受光素子 3 4 P D へ入射する。光検出器 1 9 の各受光素子は、受光した光を光電変換して、光電変換により出力された光検出電気信号に所定の演算を行ってフォーカスエラー信号を生成する。

（焦点誤差検出用光学素子）

図 7 に示すように、焦点誤差検出用光学素子 1 8 は例えばガラスから形成され、戻り光の光路に垂直な平面上において光ディスク 5 のトラックの伸長方向（接線方向）及び該伸長方向に垂直な方向（半径方向）に対応して延在する 2 つの分割線 L 1、L 2 を境に光路の中心から 4 分割された第 1 ～第 4 象限の領域を有し、それぞれの領域にシリンドリカルレンズ状の第 1 レンズ部 3 1、第 2 レンズ部 3 2、第 3 レンズ部 3 3 及び第 4 レンズ部 3 4 を配設して構成されている。

【 0 0 3 5 】

図 8 は焦点誤差検出用光学素子 1 8 の正面図、左右側面図、上面図及び底面図を示す。なお、図 8 は光軸において光検出器 1 9 側から見た図である。図示するように、第 1 ～第 4 レンズ部 3 1 ～3 4 は分割線 L 1 又は L 2 を境に同じ側の隣接する象限領域を通過する戻り光に対して互いに 9 0 度回転した方向の非点収差（矢印）を付与するとともに、戻り光を象限領域毎に 4 つに分離する。たとえば、対角位置の象限にそれぞれ配置される第 1 及び第 3 レンズ部 3 1、3 3 は分割線 L 2（半径方向）の伸長方向に伸びる軸を中心軸としたシリンドリカルレンズのレンズ面からなる。ここで中心軸とは、シリンドリカルレンズの中心曲率半径中心の集合した直線である。他の対角位置の第 2 及び第 4 レンズ部 3 2、3 4 は分割線 L 1（接線方向）の伸長方向に伸びる軸を中心軸としたシリンドリカルレンズのレンズ面からなる。一方の対角位置のレンズ部の中心軸は、他方の対角位置のものに対し光軸周りに 9 0 度回転している。この構成により、対角位置象限を通過する戻り光部分に互いに 9 0 度回転した方向の非点収差を付与している。

【 0 0 3 6 】

さらに、図 8 に示すように、第 1 及び第 3 レンズ部 3 1、3 3 の中心軸は戻り

光の光軸及び分割線 L 2 を含む平面にて分割線 L 2 に平行に互いに一致して存在する。一方、第 2 及び第 4 レンズ部 3 2、3 4 の中心軸は、戻り光の光軸及び分割線 L 1 を含む平面から対称に、すなわち当該平面から互いに逆方向に等しい距離 S H で平行に変位した平面にて分割線 L 1 に平行に、存在している。このように、第 2 及び第 4 レンズ部 3 2、3 4 の中心軸をそれぞれ分割線から平行に偏心したシリンドリカルレンズとすることにより、第 1 及び第 3 レンズ部 3 1、3 3 の非点収差を与えられた戻り光から第 2 及び第 4 レンズ部 3 2、3 4 の 90 度回転した非点収差を与えられた戻り光を空間的に分離できる。第 2 及び第 4 レンズ部 3 2、3 4 の中心軸の距離 S H により、光検出器 1 9 における第 2 受光素子 3 2 P D 及び第 4 受光素子 3 4 P D の間隔を設定することができる。

【0037】

上記において、第 1 象限領域とは、平面を水平方向の X 軸と、X 軸に垂直な上下方向の Y 軸とにより 4 つの領域に分割した直交 X Y 座標の場合に、X 座標及び Y 座標がともに正の値となる領域をいう。また、第 2 象限領域とは、上記した 4 領域のうち、第 1 象限領域に隣接する領域であり、X 座標が負の値で Y 座標が正の値となる領域をいう。また、第 3 象限領域とは、上記した 4 領域のうち、第 2 象限領域に隣接する領域であり、X 座標及び Y 座標がともに負の値となる領域をいう。また、第 4 象限領域とは、上記した 4 領域のうち、第 1 象限領域及び第 3 象限領域に隣接する領域であり、X 座標が正の値で Y 座標が負の値となる領域をいう。

【0038】

図 9 ～ 図 11 を参照して、対角位置象限のレンズ部の非点収差による戻り光の分割を詳細に説明する。

図 9 において、焦点誤差検出用光学素子 1 8 の第 1 及び第 3 レンズ部 3 1、3 3 のみが示されている。対物レンズからの戻り光の第 1 レンズ部 3 1 を通過する第 1 象限領域における光成分は線像 M までは第 1 象限領域を通過し、線像 M を過ぎると第 2 象限領域に移り、線像 S を過ぎると第 3 象限領域に移る。よって、キャプチャーレンジ内では第 2 象限領域内で分割線 L 2 に沿った線像スポットから扇形状スポットを経て 90 度傾いた分割線 L 1 に沿った線像スポットへと変化する。

る。キャプチャーレンジ外では第 2 象限領域内にスポットを形成しない。

【 0 0 3 9 】

一方、対角位置の第 3 レンズ部 3 3 を通過する第 3 象限領域における光成分は線像 M までは第 3 象限領域を通過し、線像 M を過ぎると第 4 象限領域に移り、線像 S を過ぎると第 1 象限領域に移る。よって、キャプチャーレンジ内では第 4 象限領域内で分割線 L 2 に沿った線像スポットから扇形状スポットを経て 9 0 度傾いた分割線 L 1 に沿った線像スポットへと変化する。キャプチャーレンジ外では第 4 象限領域内にスポットを形成しない。

【 0 0 4 0 】

図 1 0 において、焦点誤差検出用光学素子 1 8 の第 2 及び第 4 レンズ部 3 2、3 4 のみが示されている。対物レンズからの戻り光の第 2 レンズ部 3 2 を通過する第 2 象限領域における光成分は線像 M までは第 2 象限領域を通過し、線像 M を過ぎると第 3 象限領域に移り、線像 S を過ぎると第 4 象限領域に移る。よって、キャプチャーレンジ内では第 3 象限領域内で分割線 L 1 に沿った線像スポットから扇形状スポットを経て 9 0 度傾いた分割線 L 2 に沿った線像スポットへと変化する。キャプチャーレンジ外では第 3 象限領域内にスポットを形成しない。

【 0 0 4 1 】

一方、対角位置の第 4 レンズ部 3 4 を通過する第 4 象限領域における光成分は線像 M までは第 4 象限領域を通過し、線像 M を過ぎると第 1 象限領域に移り、線像 S を過ぎると第 2 象限領域に移る。よって、キャプチャーレンジ内では第 1 象限領域内で分割線 L 1 に沿った線像スポットから扇形状スポットを経て 9 0 度傾いた分割線 L 2 に沿った線像スポットへと変化する。キャプチャーレンジ外では第 1 象限領域内にスポットを形成しない。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 において注意すべきことは、第 2 及び第 4 レンズ部 3 2、3 4 の中心軸がそれぞれ分割線 L 1 から平行に偏心しているので、各象限領域の戻り光のスポットは分割線 L 1 からが逆方向に離れるように変位し、空間的にさらに分離されている。

図 1 1 は、図 9 及び図 1 0 を合成した図である。図示するように、第 1 ～第 4

レンズ部 3 1 ~ 3 4 により付与された非点収差によって、これらを通過する戻り光成分を象限領域毎に空間的に分割する。

(光検出器)

光検出器 1 9 は、図 7 に示すように、第 1 ~ 第 4 レンズ部 3 1 ~ 3 4 により分離された各戻り光成分を受光するように、それらの非点収差による最小散乱円像面 B に離間して配置された第 1 受光素子 3 1 P D、第 2 受光素子 3 2 P D、第 3 受光素子 3 3 P D 及び第 4 受光素子 3 4 P D を有している。各受光素子は、その受光領域で受光された光強度に応じて電気信号に光電変換し、出力する。また、第 1 ~ 第 4 受光素子 3 1 P D ~ 3 4 P D は分割線 L 2 に沿って列 1 9 L として配置されている。

【 0 0 4 3 】

図 7 に示すように、焦点誤差検出用光学素子 1 8 の第 1 ~ 第 4 受光素子 3 1 P D ~ 3 4 P D の各々は分割線 L 1 及び L 2 に対応する輪郭線 P L 1 及び P L 2 を有している。

図 1 2 に示すように、第 1 受光素子 3 1 P D は輪郭線の一方 P L 2 に略平行に伸長する 2 分割線 6 0 により分割された 2 つの受光領域 B 1、B 2 からなる。第 2 受光素子 3 2 P D は 2 分割線 6 0 により分割された 2 つの受光領域 C 1、C 2 からなる。第 3 受光素子 3 3 P D は 2 分割線 6 0 により分割された 2 つの受光領域 D 1、D 2 からなる。第 3 受光素子 3 3 P D 及び第 4 受光素子 3 4 P D は 2 分割線 6 0 により分割された 2 つの受光領域 A 1、A 2 からなる。すなわち、2 分割線 6 0 は、非点収差による最小散乱円像面において各受光素子上の受光した戻り光のスポットによって生じる一対の受光領域から出力される信号が略等しくなる位置に、延在する。なお、図 1 2 に示す第 1 ~ 第 4 受光素子 3 1 P D ~ 3 4 P D は戻り光の光軸において焦点誤差検出用光学素子 1 8 の背面から透視した図である。

【 0 0 4 4 】

光ピックアップ 1 0 0 は、光検出器 1 9 の受光素子の受光領域に接続された演算回路 (図示せず) を備えて、フォーカスエラー信号などを出力する。フォーカスエラー信号は対物レンズ駆動機構へ供給される。

演算回路は、第1～第4受光素子31PD～34PDの受光領域（B1、B2）、（C1、C2）、（D1、D2）、（A1、A2）の符号をその出力として示すと、フォーカスエラー信号FESは、以下の下式（2）によって示される演算を実行する。

【数2】

$$FES = (A1 + B2 + C1 + D2) - (A2 + B1 + C2 + D1) \dots\dots (2)$$

【0045】

次に、図13を参照しつつ、この光ピックアップ100における対物レンズの焦点位置が変化した時の光検出器19の作用を説明する。図13（a）～（e）は図11におけるスポット（a）～（e）に対応する。

【0046】

図13（a）は、この光ピックアップ100からの光ビームが光ディスクの情報記録面で合焦状態となっている場合の第1～第4受光素子31PD～34PDにおける戻り光スポットの状態を示した図である。合焦時には、焦点誤差検出用光学素子18のそれぞれの象限領域で非点収差を付与され分割された光がそれぞれの分割線60を挟むようにしてそれぞれ同一の形状と大きさ（面積）の1/4円状すなわち扇状の光スポットとなって入射する。よって、合焦時には、受光領域（B1、B2）、（C1、C2）、（D1、D2）、（A1、A2）の出力する光検出電気信号はそれぞれ等しいので、上記式（2）よりFESは零となる。

【0047】

図13（b）は、この光ピックアップ100からの光ビームが光ディスクの情報記録面上で非合焦状態となっており、対物レンズが光ディスクが合焦時よりも遠い場合の第1～第4受光素子31PD～34PDにおける戻り光スポットの状態を示した図である。光ディスクが遠い場合には、焦点誤差検出用光学素子18の第1及び第3象限領域の第1及び第3レンズ部31、33で非点収差を付与された光は、L2方向に伸長する受光領域B1、D1上でL2方向に延びる線分状の光スポットとなってそれぞれ入射する。また、焦点誤差検出用光学素子18の第2及び第4象限領域の第2及び第4レンズ部32、34で非点収差を付与され

た光は、受光領域（A 1、A 2）、（C 1、C 2）上で L 1 方向に延びる線分状の光スポットとなって受光領域を跨ぐように入射する。よって、光ディスクが合焦時よりも遠い場合には、これら線分状の光スポットは、それぞれ同一の形状と大きさ（面積）を有しているのので、上記式（2）より F E S は受光領域 B 1、D 1 出力の負の値となる。

【 0 0 4 8 】

図 1 3 （c）は、光ビームの非合焦状態で対物レンズが光ディスクが合焦時よりもさらに遠い場合の第 1 ～第 4 受光素子 3 1 P D ～ 3 4 P D 近傍における戻り光スポットの状態を示した図である。光ディスクがキャプチャーレンジを越えてさらに遠い場合には、焦点誤差検出用光学素子 1 8 の第 1 ～第 4 レンズ部 3 1 ～ 3 4 で非点収差を付与された光成分は、それぞれ分割線を越えて対角線の反対側の象限領域に線分状から拡大した光スポットとなってそれぞれ入射する。したがって、光ディスクが合焦時よりもさらに遠い場合には、これら光スポットは、第 1 ～第 4 受光素子 3 1 P D ～ 3 4 P D が対応する分割線 L 1、L 2 に対応する輪郭線でその面積が制限されているので、いずれの受光素子にも達せずに、上記式（2）より F E S は零となる。

【 0 0 4 9 】

図 1 3 （d）は、この光ピックアップ 1 0 0 からの光ビームが光ディスクの情報記録面上で非合焦状態となっており、対物レンズが光ディスクが合焦時よりも近い場合の第 1 ～第 4 受光素子 3 1 P D ～ 3 4 P D における戻り光スポットの状態を示した図である。光ディスクが近い場合には、焦点誤差検出用光学素子 1 8 の第 1 及び第 3 象限領域の第 1 及び第 3 レンズ部 3 1、3 3 で非点収差を付与された光は、受光領域（B 1、B 2）、（D 1、D 2）上で L 1 方向に延びる線分状の光スポットとなって受光領域を跨ぐように入射する。また、焦点誤差検出用光学素子 1 8 の第 2 及び第 4 象限領域の第 2 及び第 4 レンズ部 3 2、3 4 で非点収差を付与された光は、L 2 方向に伸長する受光領域 A 1、C 1 上で L 2 方向に延びる線分状の光スポットとなってそれぞれ入射する。よって、光ディスクが合焦時よりも近い場合には、これら線分状の光スポットは、それぞれ同一の形状と大きさ（面積）を有しているのので、上記式（2）より F E S は受光領域 A 1、C

1 出力の正の値となる。

【0050】

図13(e)は、光ビームの非合焦状態で対物レンズが光ディスクが合焦時よりもさらに近い場合の第1～第4受光素子31PD～34PD近傍における戻り光スポットの状態を示した図である。光ディスクがキャプチャーレンジを越えてさらに近い場合には、焦点誤差検出用光学素子18の第1～第4レンズ部31～34で非点収差を付与された光成分は、それぞれ分割線を越えて対角線の反対側の象限領域に線分状から拡大した光スポットとなってそれぞれ入射する。したがって、光ディスクが合焦時よりもさらに近い場合には、これら光スポットは、第1～第4受光素子31PD～34PDが対応する分割線L1、L2に対応する輪郭線でその面積が制限されているので、いずれの受光素子にも達せずに、上記式(2)よりFESは零となる。

【0051】

したがって、上式(2)で表されるFESをフォーカスエラー信号として用いれば、FESが零のときが合焦であり、FES値が正の値のときは光ディスクが合焦時よりも遠く、FES値が負の値のときは光ディスクが合焦時よりも近いと判別することができる。したがって、フォーカスエラー信号FEの正負符号を反転させた電気信号をフィードバックするようにし、FES値が零になるように光ピックアップ100の対物レンズ7に設けられた対物レンズ駆動機構(図示せず)を制御することにより、確実なフォーカシングサーボ制御を行うことができる。

【0052】

なお、上記した受光素子の出力を用いて、下式(3)、

【0053】

【数3】

$$RF = A1 + A2 + B1 + B2 + C1 + C2 + D1 + D2 \dots (3)$$

で表される値RFを演算すれば、このRF信号から、光ディスクに記録された記録情報を読み取ることができる。

【0054】

また、下式 (4)、(5)、(6)、(7)、

【0055】

【数4】

$$DPD1 = A1 + A2 \dots\dots\dots (4)、$$

$$DPD2 = B1 + B2 \dots\dots\dots (5)、$$

$$DPD3 = C1 + C2 \dots\dots\dots (6)、$$

$$DPD4 = D1 + D2 \dots\dots\dots (7)、$$

で表される値DPD1、DPD2、DPD3、DPD4から位相を比較する比較検出器により演算すれば、これらの信号により、DPD方式のトラッキングサーボ制御を行うことができる。この場合、上記演算回路が比較検出器を有する。

【0056】

上記した光ピックアップ100における焦点誤差検出方法では、戻り光のうち、第1～第4象限領域の光はそれぞれ対角位置の象限へ分割されるので、各受光素子上では、象限間の干渉がない。このため、光ディスクの厚みが一定でなく箇所によって厚み誤差がある場合であっても、象限間での光の漏れ出しなどがなく、DPDトラッキングエラー信号に誤差が生じることはない。各受光素子上での象限ごとの光線の分離度を高めたため、受光素子の光軸ずれなどによるDPDトラッキングエラー信号の劣化をある程度防止することができる。また、3ビーム方式との併用も支障なく行うことができる。

【0057】

さらに、受光素子の2分割線を半径方向に伸長する設定したため、光検出器19の半径方向への光軸ずれや調整ずれを生じた場合でも、図14に示すように、受光素子上の光ビームスポット像は、2分割線60に沿って移動するため、影響がない。

(トラック横切りノイズの減少)

情報記録面にグルーブ及びランドを設けた光ディスクから非点収差法を用い信号を再生する光ピックアップ装置において、フォーカスエラー信号が4分割光検出器から得られる場合、光スポットがランド及びグルーブを横切る際に発生する45°方向の非点収差に起因するノイズ成分について調べた。

【 0 0 5 8 】

まず、図 1 5 に示すように、光ディスク 5 の情報記録面の螺旋又は同心円状に形成されたランド 1 3 1 及びグループ 1 3 2 上に、照射光学系によって光ビームを照射し光スポット S P を形成し、光スポット S P を破線矢印で示すように (a) から (d) へ半径方向へ移動させて、光スポットのトラック横切りの際のフォーカスエラー信号に乗るノイズについて調べる。但し、ピックアップの照射光学系に 45° 方向のいわゆる斜め非点収差成分が残る場合で、ポリカーボネート (P C) 製ディスク基板からなる DVD - R A M 光ディスクを用いる。なお、光ディスク 5 のグループ幅及びランド幅は等しい。

【 0 0 5 9 】

図 1 6 (a) ~ (d) は、合焦時の真円の光スポット S P が図 1 5 に示す位置 (a) ~ (d) にある場合の 4 分割光検出器 9 の受光面に写像される光スポット強度分布をそれぞれ示す。グループ 1 3 2 中心付近では図 1 6 (a) に示すような光スポット強度分布になり B 2 及び D 2 に暗部が生じ、さらに、移動してグループ及びランド境界のテーパ 1 3 3 付近通過点では図 1 6 (b) に示すような光スポット強度分布になり A 2 及び B 2 に暗部が生じ、さらに、移動してランド 1 3 1 中心付近では図 1 6 (c) に示すような光スポット強度分布になり A 2 及び C 2 に暗部が生じ、さらに、移動してランドーグループ境界のテーパ付近通過点では図 1 6 (d) に示すような光スポット強度分布になり C 2 及び D 2 に暗部が生じるが、上記フォーカスエラー信号の式から明らかなように、出力上キャンセルされる。よって、トラック横切りノイズのフォーカスエラー信号への影響をほとんどキャンセルすることができる。

【 0 0 6 0 】

従来の 4 分割ディテクタを用いた場合には、合焦状態 $F E S = 0$ となるはずであるが、トラック (接線) 方向に対して 45° 方向の非点収差があるが故に、図 1 6 (a) 及び (c) に示す状態で極大極小が起こるトラッククロス信号が生じ $F E S$ は零にならず、グループ及びランドにおいて最大最小を繰り返すトラッククロス信号が $F E S$ へのノイズとなっていたが、本発明によりかかるノイズが解消された。

(他の実施形態)

第2実施形態は、上記実施形態の図7に示した焦点誤差検出用光学素子18に代えて、図17及び図18に示す焦点誤差検出用光学素子18aを採用した以外、上記実施形態と同一である。焦点誤差検出用光学素子18aは、第1及び第3象限の第1及び第3レンズ部31、33の入力側に、戻り光の光路に垂直な平面に対しそれぞれ異なる角度で傾斜した偏向プリズム面181を設けた以外、図7に示した焦点誤差検出用光学素子18と同一である。この実施形態の場合、分割線L1及び光軸を含む平面から当該平面に対称に傾斜する偏向プリズム面181の角度を調整することにより、光検出器19における第1受光素子31PD及び第3受光素子33PDの間隔GAPを設定することができる。

【0061】

図19及び図20は第3実施形態の焦点誤差検出用光学素子18bを示す。第3実施形態も上記実施形態の図7に示した焦点誤差検出用光学素子18に代えて焦点誤差検出用光学素子18bを用いた以外、第1の実施形態と同一である。焦点誤差検出用光学素子18bは、第2及び第4象限の第2及び第4レンズ部32、34の入力側に、戻り光の光路に垂直な平面に対しそれぞれ異なる第2の角度で傾斜した偏向プリズム面182を設け光検出器19における第2受光素子32PD及び第4受光素子34PDの間隔を画定するようにした以外、図17及び図18に示した焦点誤差検出用光学素子18aと同一である。偏向プリズム面182を設けることにより、第2及び第4レンズ部32、34の中心軸を偏芯させたシリンドリカルレンズを用いることなく、戻り光の各象限ごとの空間的分離が可能となる。また、この第3実施形態の場合、分割線及び光軸を含む平面から当該平面に対称に又は非対称に傾斜する偏向プリズム面181及び182の角度を調整することにより、光検出器19における第1～第4受光素子31PD～34PDの間隔及び位置を任意に設定することができる。

【0062】

上記第3実施形態では偏向プリズム面と偏芯シリンドリカルレンズを組み合わせることが可能な焦点誤差検出用光学素子を用いたが、これに代えて、第4実施形態では、図21に示す第1～第4レンズ部31～34に全て偏芯シリンドリカ

ルレンズを用いた焦点誤差検出用光学素子 1 8 c を採用する。焦点誤差検出用光学素子 1 8 c は、中心軸が共に分割線 L 2 から第 1 及び第 4 象限へ偏倚した第 1 及び第 3 レンズ部 3 1 c、3 3 c と、中心軸が共に分割線 L 1 から第 1 及び第 2 象限へ偏倚した第 2 及び第 4 レンズ部 3 2 c、3 4 c とを備えている。

【 0 0 6 3 】

また、図 2 1 に示すように、焦点誤差検出用光学素子 1 8 c に入射する前の本来の光軸に対し、最小散乱円像面に照射される各光スポット像の中心は移動するので、光検出器 1 9 の第 1 ～第 4 受光素子 3 1 P D ～ 3 4 P D の列 1 9 L を分割線に対して傾斜して配置する。図 2 2 に光ピックアップ 1 0 0 の対物レンズの焦点位置が変化した時の傾斜受光素子列 1 9 L 上のスポット形状の変化を示す。図 2 2 (a) は光ビームが光ディスクの情報記録面での合焦時、図 2 2 (b) は対物レンズが光ディスクが合焦時よりも遠い非合焦時、図 2 2 (c) はキャプチャーレンジを越えてさらに遠い非合焦時、図 2 2 (c) は対物レンズが光ディスクが合焦時よりも近い非合焦時、図 2 2 (c) はキャプチャーレンジを越えてさらに近い非合焦時のスポット形状を示す。なお、図 2 2 (a) ～ (e) は図 1 1 におけるスポット (a) ～ (e) にほぼ対応する。図 2 2 から明らかなように、第 1 ～第 4 受光素子 3 1 P D ～ 3 4 P D の各々が合焦時のスポット形状に合わせて、分割線に対応する直角な輪郭線とからなる略三角形を有しているので、キャプチャーレンジ外にて拡がったスポットの場合 (図 2 2 (c) 及び (e)) でも離間した素子の余白が確保され、隣接の受光素子に余計な光が漏れ込むことがない。

(キャプチャーレンジ検出)

第 5 実施形態では、上記の第 1 ～第 4 実施形態に加えて、キャプチャーレンジ検出用の受光素子を設ける。具体的には、光検出器 1 9 において、図 2 3 に示すように、キャプチャーレンジ以外における戻り光を受光する副受光素子 E、F を第 1 ～第 4 受光素子 3 1 P D ～ 3 4 P D の輪郭線 P L 1 及び P L 2 (分割線 L 1 及び L 2 に対応する) に沿って配置する。なお、第 1 及び第 3 受光素子 3 1 P D 及び 3 3 P D の副受光素子 F は図 2 3 に示すように、一体化できる。

【 0 0 6 4 】

図24（図13に対応する）に示すように光ビームが光ディスクへの合焦点（図24（a））からずれると（図24（b）及び図24（d））、第1～第4受光素子上の光スポットはそれぞれに与えられた非点収差によって線像になる。この位置がキャプチャーレンジ（S字特性ピーク）である。対物レンズがキャプチャーレンジを超え合焦点から離れて変移すると、線像になった光スポットは線像（輪郭線）を境に逆側に変化する（図24（c）及び図24（e））。キャプチャーレンジ検出用の副受光素子E、Fがその領域に配置されているため、副受光素子E、Fに接続されたキャプチャーレンジ検出回路は、S字特性ピークの信号を急峻に検知できる。

【0065】

キャプチャーレンジ検出回路は、副受光素子（E、F）の符号をその出力として示すと、演算回路は以下の下式（8）によって示されるキャプチャーレンジ検出信号CRの演算を実行するように、構成できる。

【数5】

$$CR = F + E \cdots \cdots (8)$$

【0066】

これは、第1～第4象限の領域における対角位置に存在する2組の領域からの戻り光により生じる副受光素子から出力される信号の和を演算する演算回路で達成される。

【0067】

また、第1～第4受光素子31PD～34PDの受光領域（B1、B2）、（C1、C2）、（D1、D2）、（A1、A2）及び副受光素子（E、F）の符号をその出力として示すと、演算回路が以下の下式（9）によって示されるフォーカスエラー信号FESの演算を実行するように、構成できる。

【数6】

$$FES = (A1 + B2 + C1 + D2 + F) - (A2 + B1 + C2 + D1 + E) \cdots \cdots (9)$$

【0068】

これは、受光領域から出力される信号の差分の合計に、キャプチャーレンジ外

の戻り光により生じる副受光素子から出力される信号 E、F の差分を、加算するキャプチャーレンジ演算回路を有することで達成される。すなわち、副受光素子 E、F で検知した信号で作った信号をフォーカスエラーから減算することにより、キャプチャーレンジ外にデフォーカスした場合に、図 2 5 に示すように、フォーカスエラー信号 F E S を急速に 0 に近づけることができる。これによって、膜厚さ方向に情報記録面が複数積層された DVD などの多層ディスクなどにおけるフォーカスエラー信号のオフセットを防ぐこともできる。

【 0 0 6 9 】

更に、第 6 実施形態では、第 4 受光素子 3 4 P D における副受光素子 E を輪郭線 P L 2 の反対側の受光領域 A 1 に一体化し、第 1 受光素子 3 1 P D における副受光素子 F を輪郭線 P L 2 の反対側の受光領域 B 2 に一体化し、第 3 受光素子 3 3 P D における副受光素子 F をの輪郭線 P L 2 の反対側の受光領域 D 2 に一体化し、第 2 受光素子 3 2 P D における副受光素子 E を輪郭線 P L 2 の反対側の受光領域 C 2 に一体化する。

【 0 0 7 0 】

図 2 3 に示す構成だと受光素子毎に副受光素子を設ける必要があり、副受光素子から信号を取り出す端子数が増大したり演算が複雑になったりする。そこで、図 2 6 に示すようにキャプチャーレンジ検出用の副受光素子をフォーカスエラーを得るため受光素子の一部と一体化することにより簡素化を図った。キャプチャーレンジ検出信号には本来不要な受光領域からの出力も加算されるが、元々そこには光スポットが無いため問題はない。さらにキャプチャーレンジ外にデフォーカスした場合にフォーカスエラーを 0 に近づける演算も特に外部に演算回路を設けなくてもよい。以下の下式 (1 0) によって示されるキャプチャーレンジ検出信号 C R が演算できる。

【数 7】

$$C R = A^2 + B^2 + C^2 + D^2 \cdots \cdots (10)$$

【 0 0 7 1 】

更に、第 7 実施形態では、差動プッシュプル法 (D P P) のために 3 ビーム用一対のサブ光検出器を設けた例を図 2 7 に示す。

【0072】

また、図26に示したキャプチャレンジ検出用の第1～第4受光素子31PD～34PDの列19Lの両側に、図27に示すように、分割線L2に関して同じ側の合計受光出力を得るための第1サブ光検出器対E1、E2と第2サブ光検出器対F1、F2を配置することによって、いずれか一方を+1次サブビーム用とし、他方を-1次サブビーム用とすることにより、3ビーム方式にも対応可能である。この場合、以下の下式(11)によって示される差動プッシュプル信号DPP並びに予備信号SubRF1及びSubRF2が演算できる。

【数8】

$$\begin{aligned} DPP &= (E1 + F1 - E2 - F2) \\ &\quad + (A1 + A2 + D1 + D2 - B1 - B2 - C1 - C2), \\ SubRF1 &= E1 + E2, \\ SubRF2 &= F1 + F2, \dots\dots\dots (11) \end{aligned}$$

【0073】

本発明ではキャプチャレンジを正確に知ることのできる副受光素子を用いキャプチャレンジ信号を得ることができるようになったので、たとえば非常に作動距離の小さい対物レンズを使用したピックアップにおいてフォーカスずれによる対物レンズの衝突を防ぐことができる。

【0074】

さらに、キャプチャレンジ外にデフォーカスしたフォーカスエラー信号からキャプチャレンジ検出用ディテクタで得られた信号を減算することによって、フォーカスエラー信号を急速に0に近づけることができるため、多層ディスクなどを再生する場合、フォーカスエラー信号にオフセットが生じることがなくなる。

【0075】

なお、本発明は、上記各実施形態に限定されるものではない。上記各実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

例えば、上記実施形態においては、焦点誤差検出用光学素子として、シリンドリカルレンズを組み合わせたレンズ素子を例に挙げて説明したが、本発明はこの例には限定されず、他の構成の焦点誤差検出用光学素子、例えば、同様の機能を有したブレード4分割ホログラム素子を用いてもよい。要は、光学式記録媒体の情報記録面上のトラックに光ビームを集光してスポットを形成する照射光学系、及び、スポットから反射されて戻った戻り光を光検出器へ導く光検出光学系を有する光ピックアップ装置において、戻り光の光路に垂直な平面上においてトラックの伸長方向及び該伸長方向に垂直な方向に対応して延在する2つの分割線を境に光路の中心から4分割された第1～第4象限の領域を有し、分割線を境に同じ側の隣接する領域を通過する戻り光に対して互いに90度回転した方向の非点収差を付与するとともに、戻り光を領域毎に少なくとも4つに分離し、分離された戻り光を受光し、各々が非点収差による最小散乱円像面における分割線に対応する輪郭線を有しかつ輪郭線の一方に略平行に伸長する2分割線により分割された2つの受光領域からなる離間した複数の受光素子を用いて、受光素子の2つの受光領域から出力される信号の差分の合計から焦点誤差信号を生成すればよいのである。

【0076】

また、実施形態では、図6に示すように、焦点誤差検出用光学素子18が光検出器19の順に配置されているが、焦点誤差検出用光学素子18と同様の機能を有し偏光作用を有する偏光レンズ素子を、ミラー25と1/4波長6の間に設けてもよい。

【0077】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明によれば、焦点誤差検出用光学素子によって、光ディスクからの戻り光を4つの光路に分割しかつ各分割光路の光に所定の非点収差を付与するとともに、離間して配置された複数の2分割受光素子からなる光検出器をもうけたので、トラック横切りノイズや光ディスク厚み誤差の影響を受けにくく、3ビーム方式や、DPD方式との併用が可能となり、非合焦検出の感度が高く、光ピックアップ小型化も可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

光ピックアップ装置の構成を示す図。

【図 2】

光ピックアップ装置における非点収差法のシリンドリカルレンズの作用を説明する斜視図。

【図 3】

図 2 に示す光ピックアップにおける焦点位置変化時の 4 分割ディテクタの作用を説明する斜視図。

【図 4】

図 2 に示す光ピックアップにおけるフォーカスエラー検出回路の構成図。

【図 5】

図 2 に示す光ピックアップにより得られるフォーカスエラー信号特性を示すグラフ。

【図 6】

本発明の一実施形態である光ピックアップの構成を示す斜視図。

【図 7】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点誤差検出用光学素子及び光検出器を説明する斜視図。

【図 8】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点誤差検出用光学素子を説明する図。

【図 9】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点誤差検出用光学素子の作用を説明する斜視図。

【図 10】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点誤差検出用光学素子の作用を説明する斜視図。

【図 11】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点誤差検出用光学素子の作用を説明する斜視図。

【図 1 2】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける光検出器の作用を説明する平面図。

【図 1 3】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点位置変化時の光検出器の作用を説明する平面図。

【図 1 4】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける光検出器の作用を説明する平面図。

【図 1 5】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおけるトラック横切りノイズ発生を説明する図。

【図 1 6】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける合焦時の光強度変に対する光検出器の作用を説明する平面図。

【図 1 7】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点誤差検出用光学素子を説明する斜視図。

【図 1 8】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点誤差検出用光学素子を説明する斜視図。

【図 1 9】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点誤差検出用光学素子を説明する斜視図。

【図 2 0】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点誤差検出用光学素子を説明する斜視図。

【図 2 1】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点誤差検出用光学素子及び光検出器を説明する斜視図。

【図 2 2】

図 2 1 に示す光ピックアップにおける焦点位置変化時の光検出器の作用を説明する平面図。

【図 2 3】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける光検出器の作用を説明する平面図。

【図 2 4】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける焦点位置変化時の光検出器の作用を説明する平面図。

【図 2 5】

本発明の一実施形態の光ピックアップにより得られるフォーカスエラー信号特性を示すグラフ。

【図 2 6】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける光検出器の作用を説明する平面図。

【図 2 7】

本発明の一実施形態の光ピックアップにおける合焦時の光検出器の作用を説明する平面図。

【符号の説明】

- 1 半導体レーザー
- 2 グレーティング
- 3 偏光ビームスプリッタ
- 4 コリメータレンズ
- 5 光ディスク
- 6 $1/4$ 波長板
- 7 対物レンズ

1 8 焦点誤差検出用光学素子

1 9 光検出器

2 5 ミラー

3 1 第 1 レンズ部

3 1 P D 第 1 受光素子

3 2 第 2 レンズ部

3 2 P D 第 2 受光素子

3 3 第 3 レンズ部

3 3 P D 第 3 受光素子

3 4 第 4 レンズ部

3 4 P D 第 4 受光素子

6 0 2 分割線

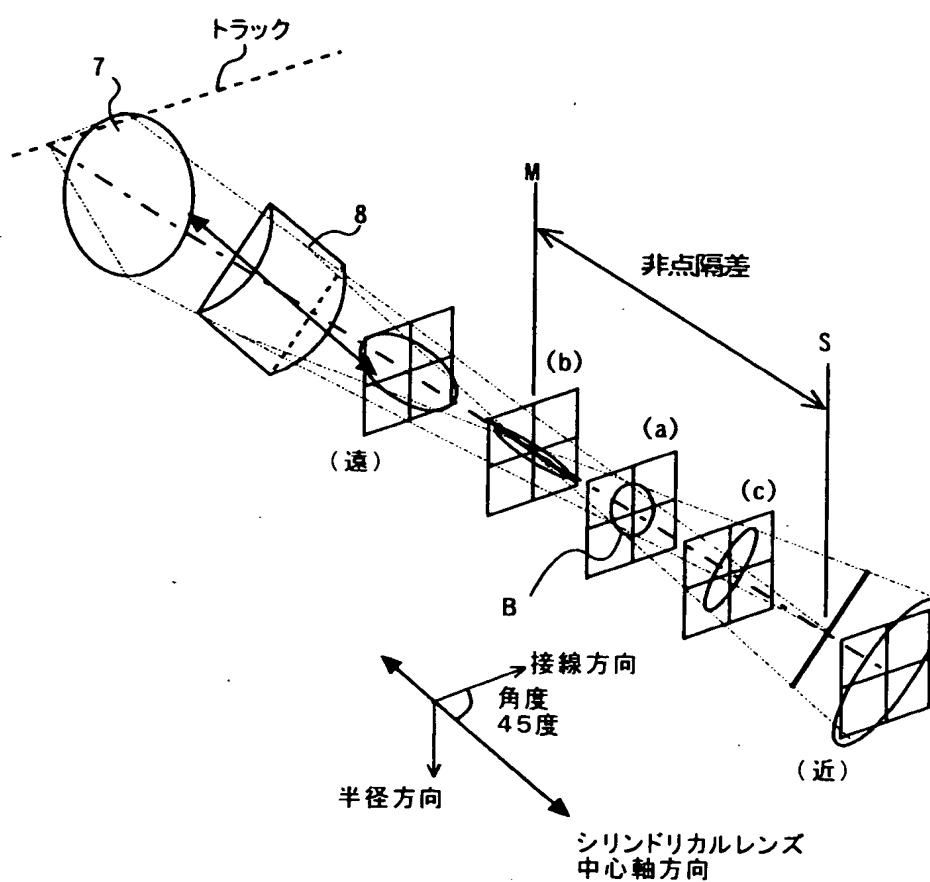
1 0 0 光ピックアップ

A 1、A 2、B 1、B 2、C 1、C 2、D 1、D 2 受光領域

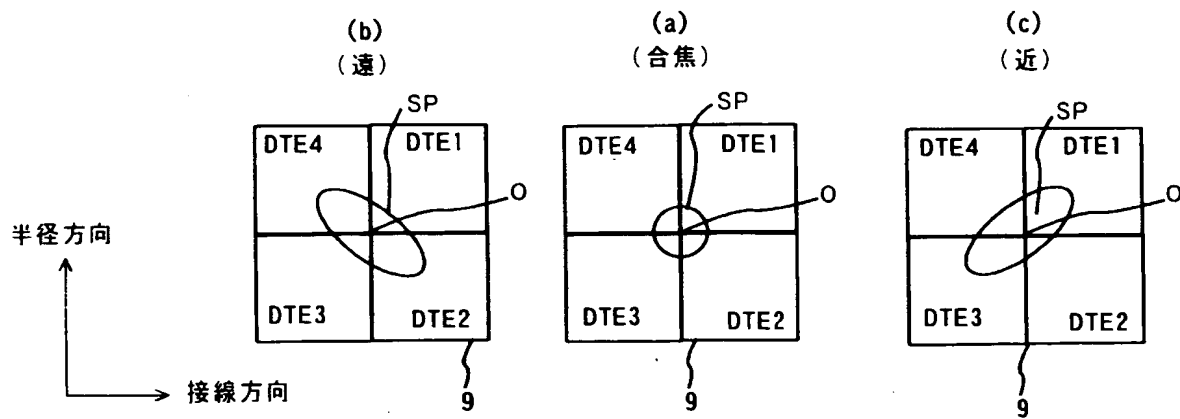
L 1、L 2 分割線

P L 1、P L 2 輪郭線

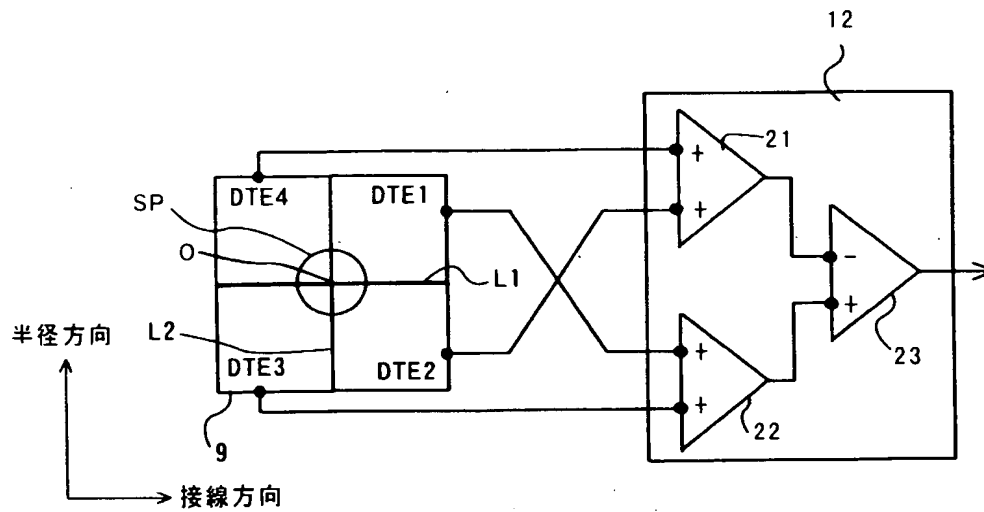
【図 2】



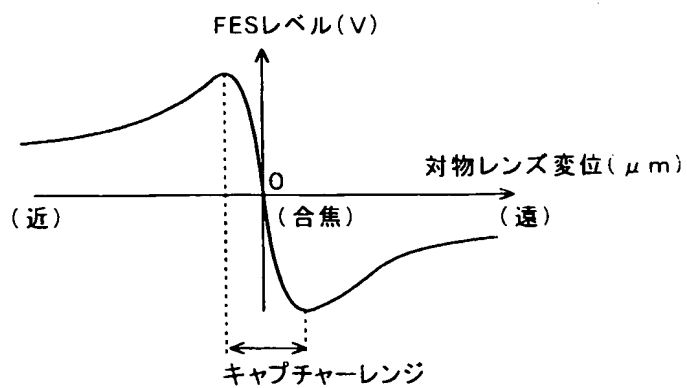
【図 3】



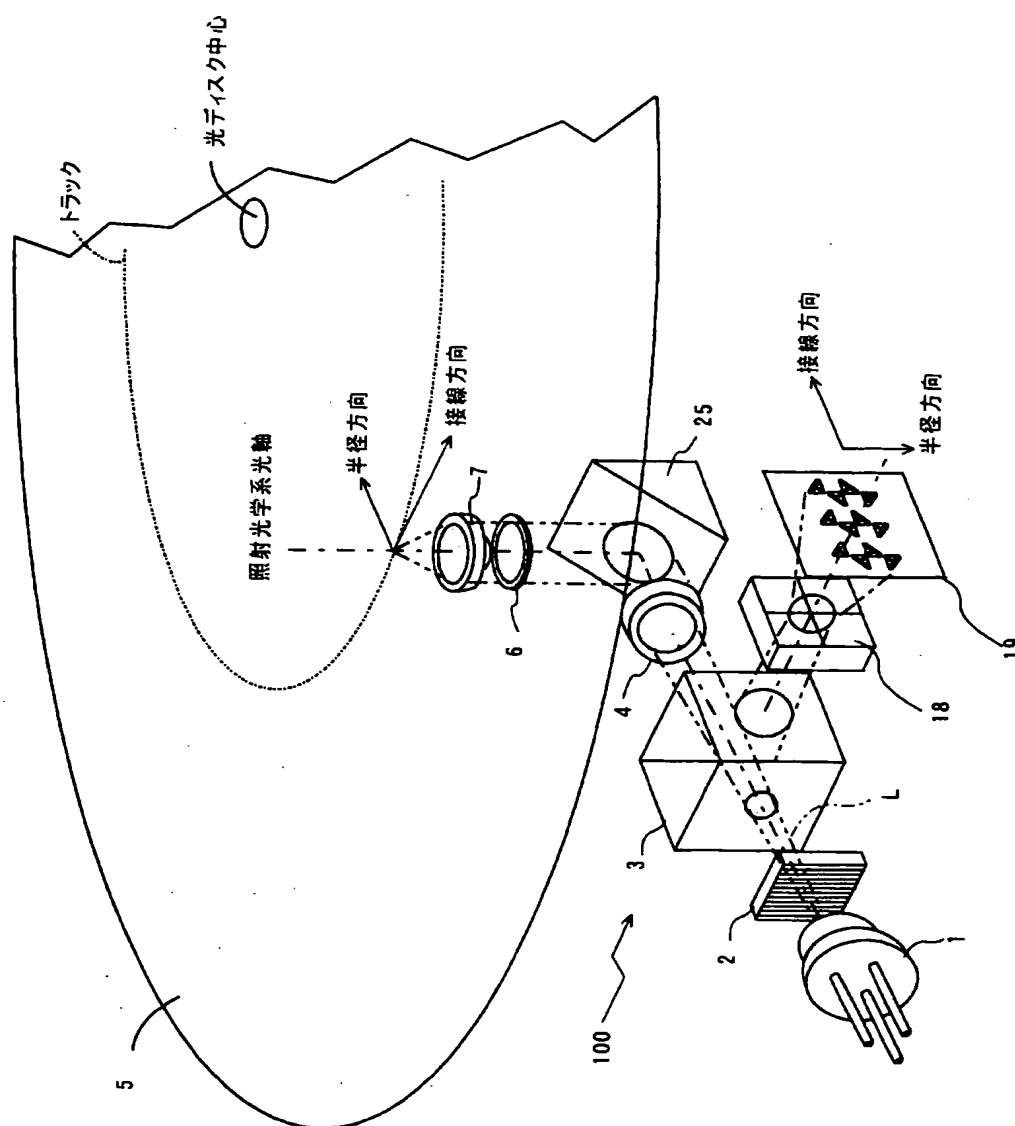
【図 4】



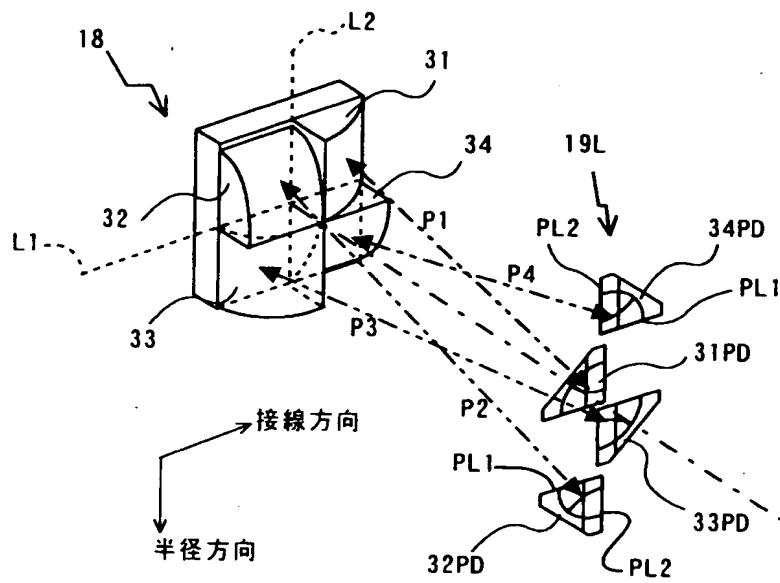
【図5】



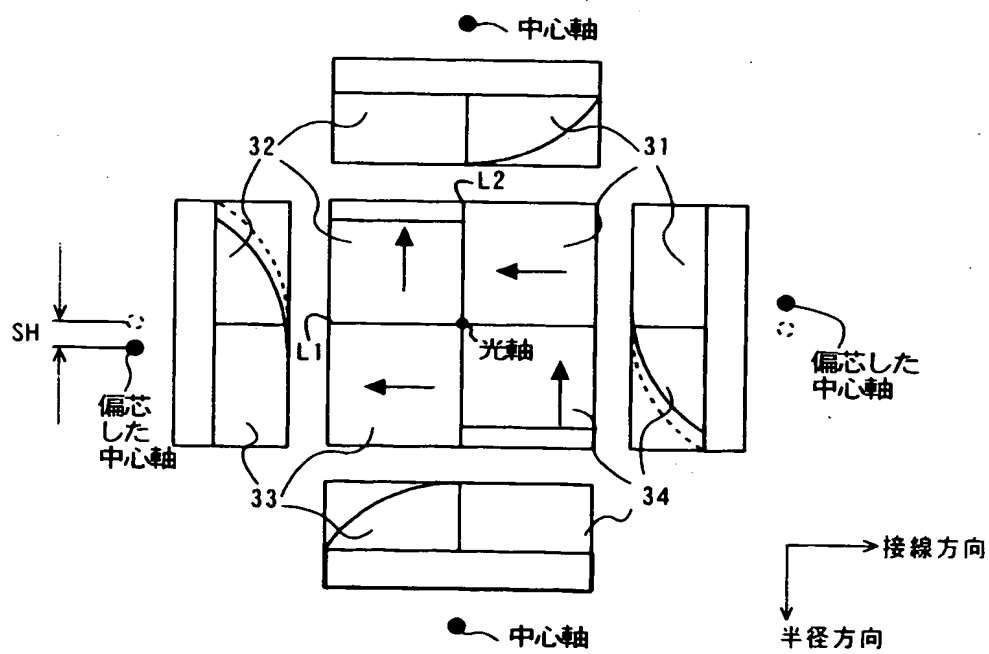
【図 6】



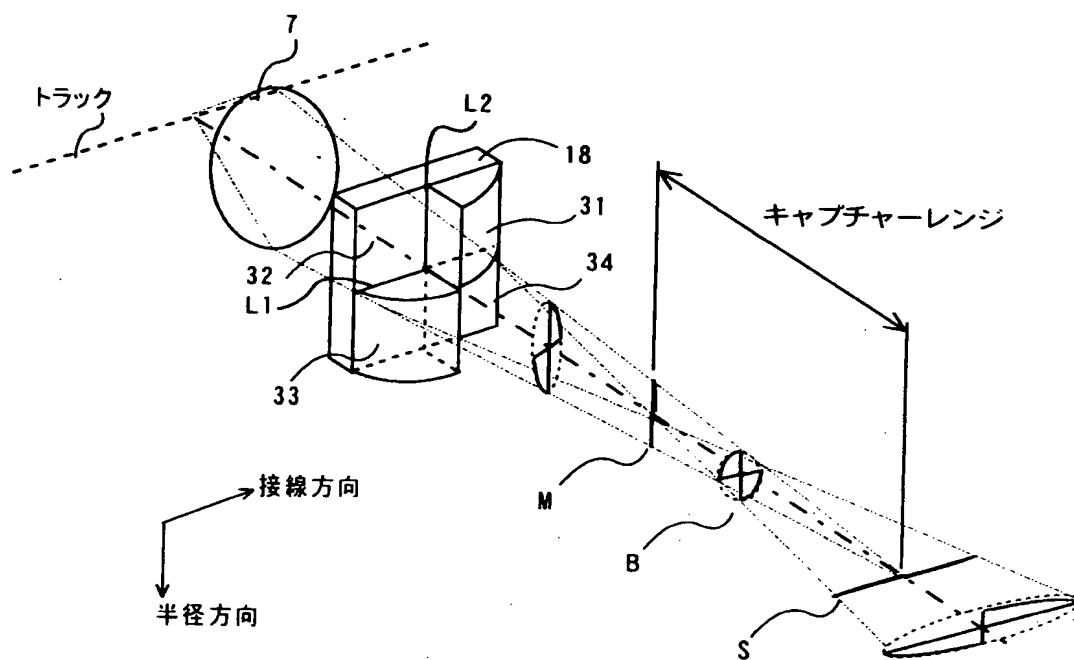
【図 7】



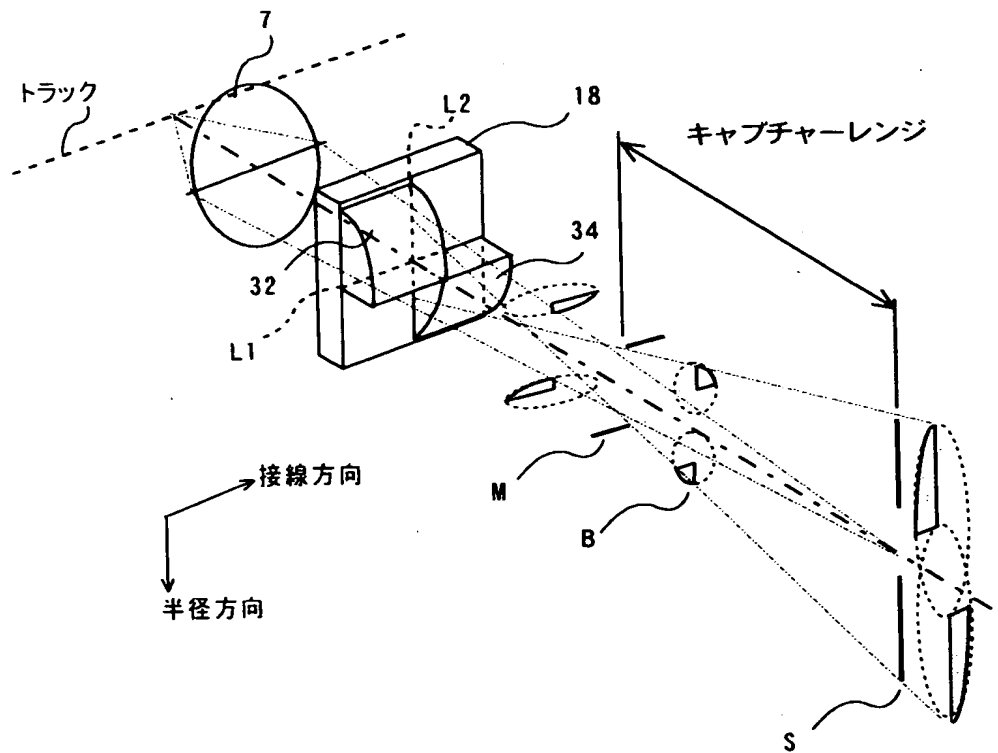
【図 8】



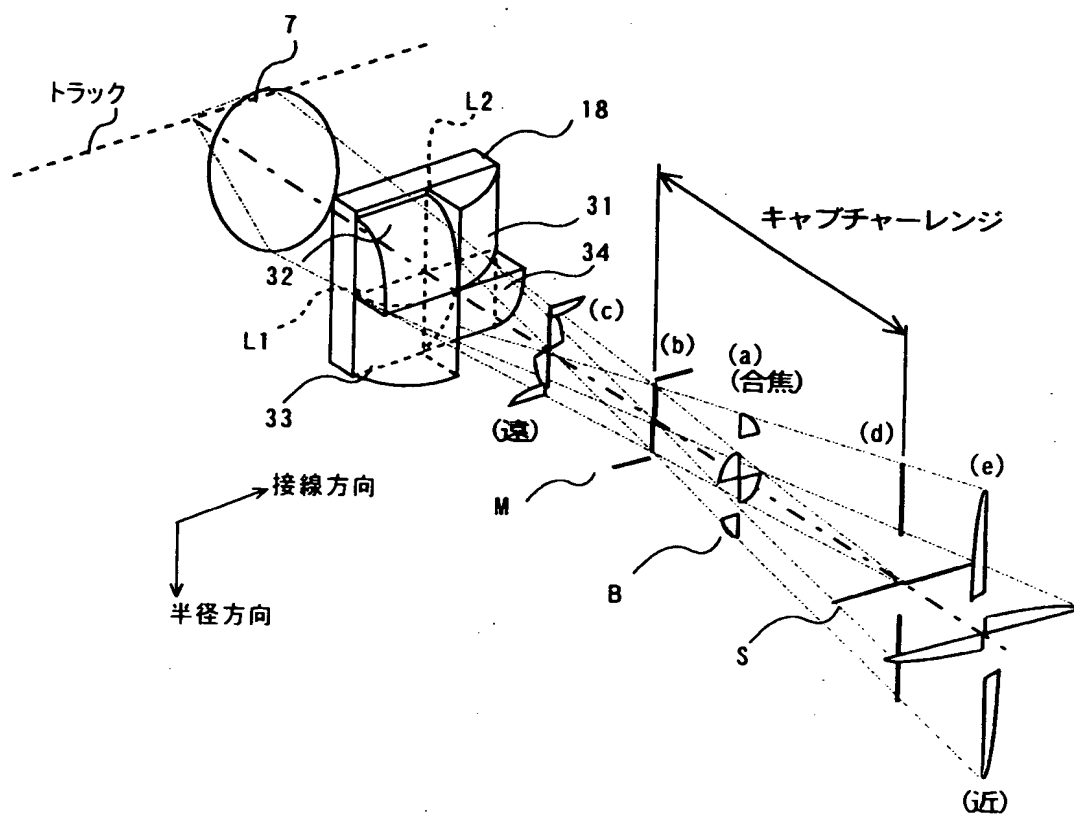
【図 9】



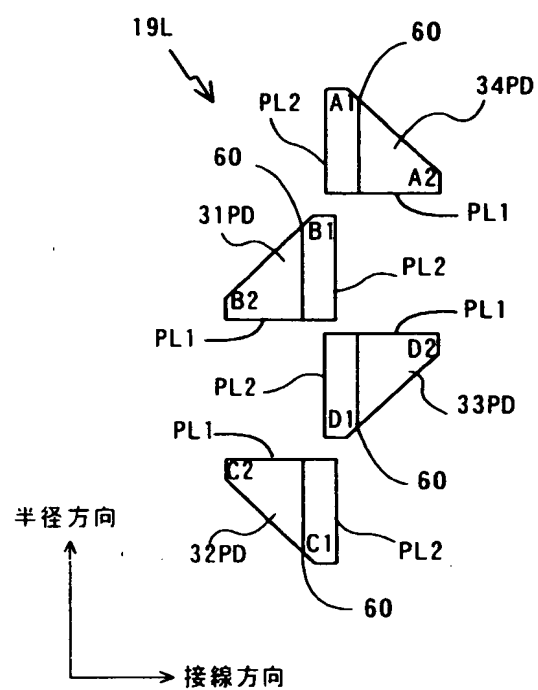
【図 10】



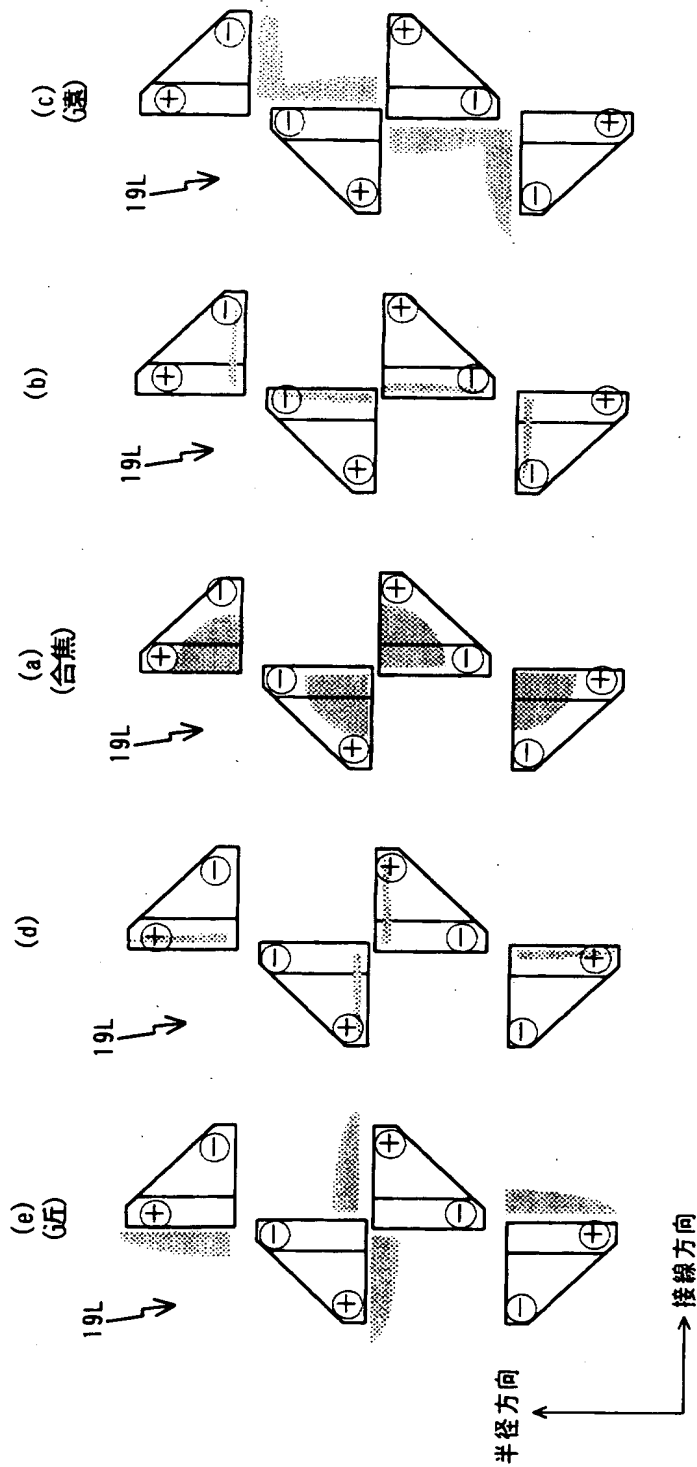
【図 11】



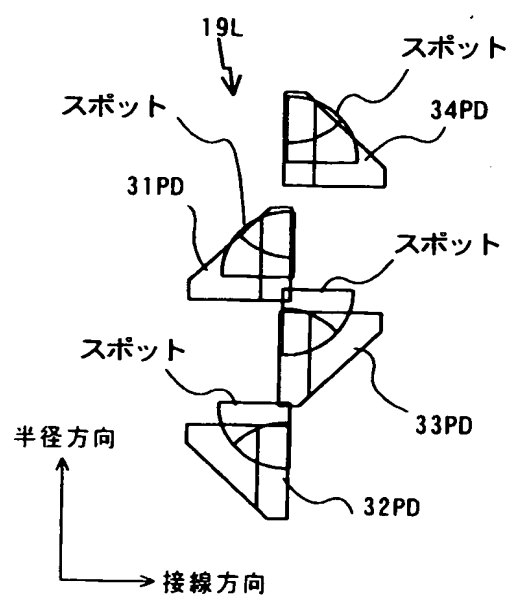
【図 1 2】



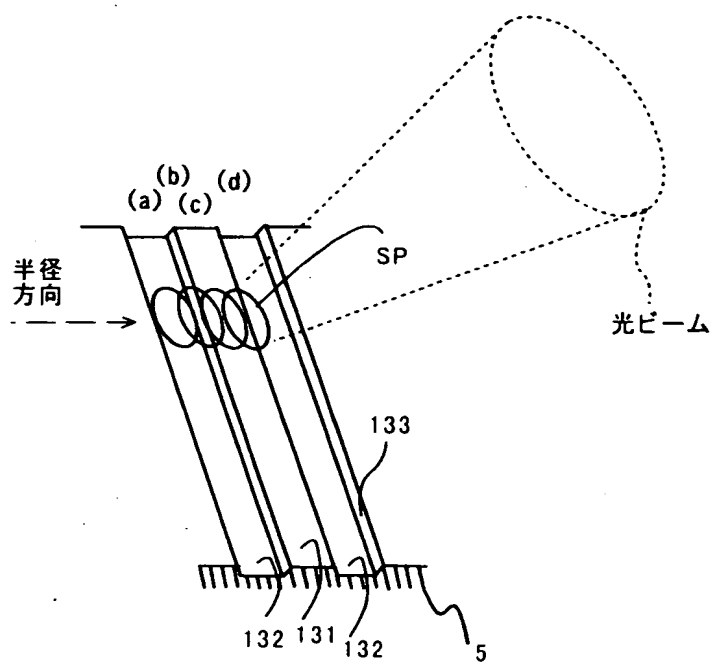
【図 13】



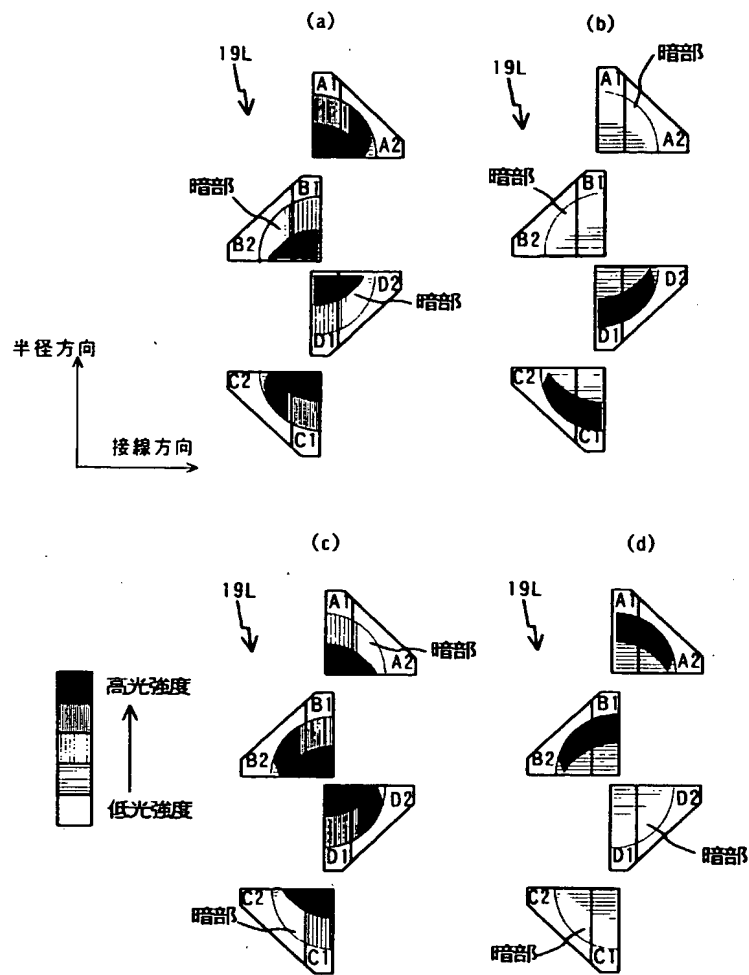
【図 14】



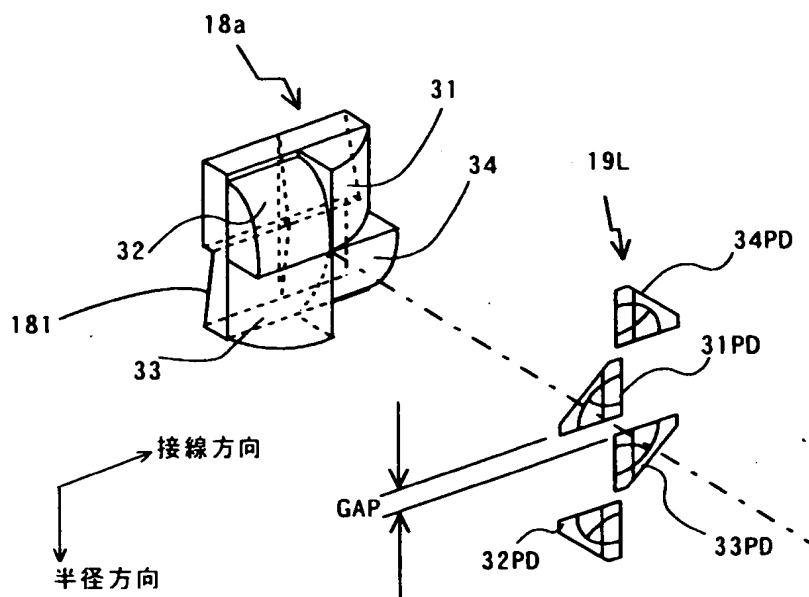
【図 15】



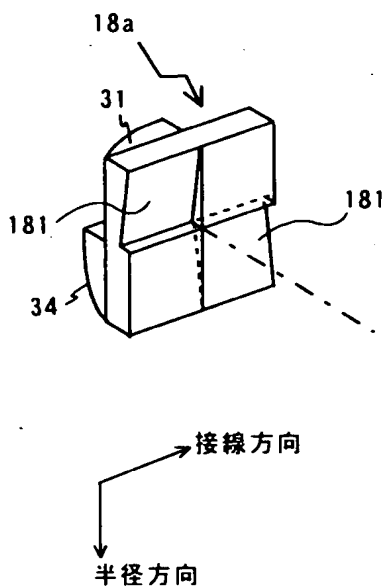
【図 16】



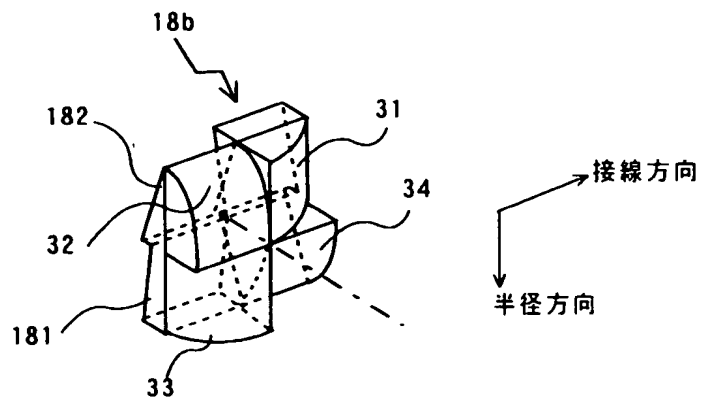
【图 17】



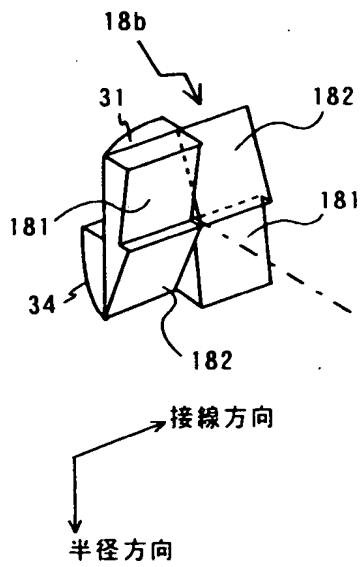
【图 18】



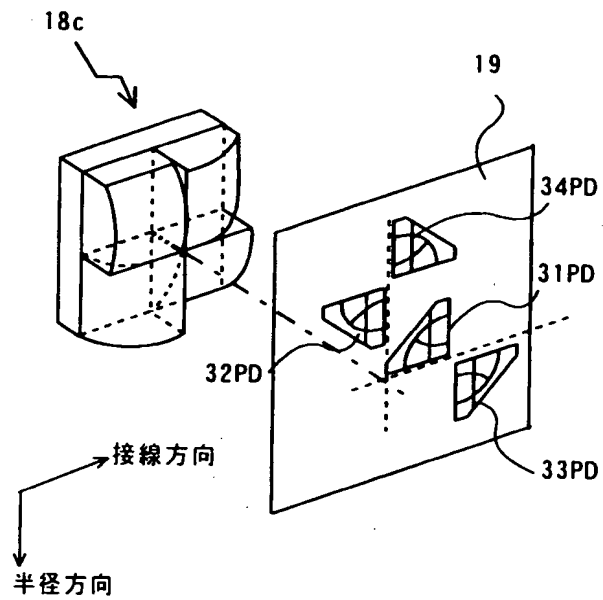
【図 1 9】



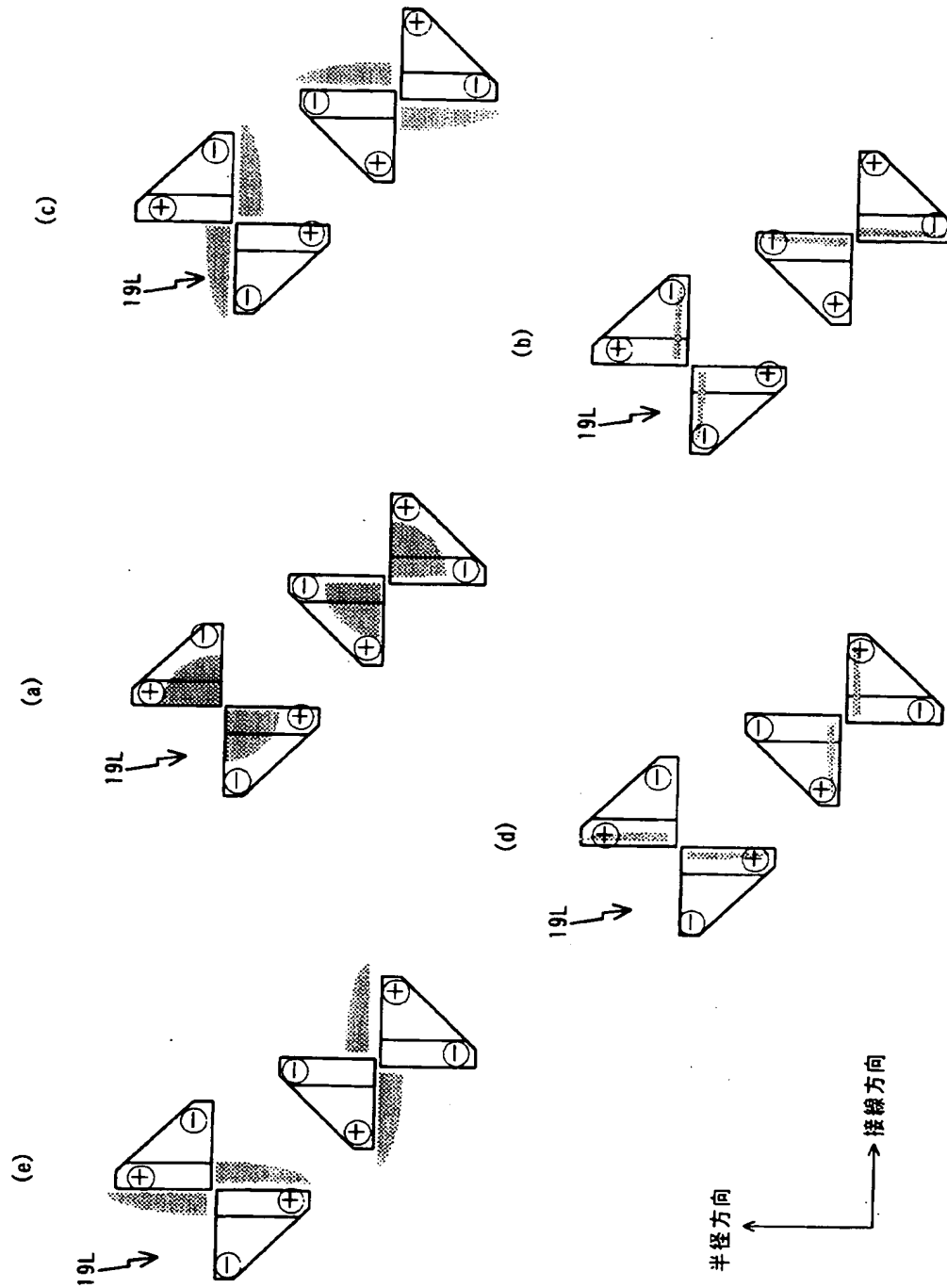
【図 2 0】



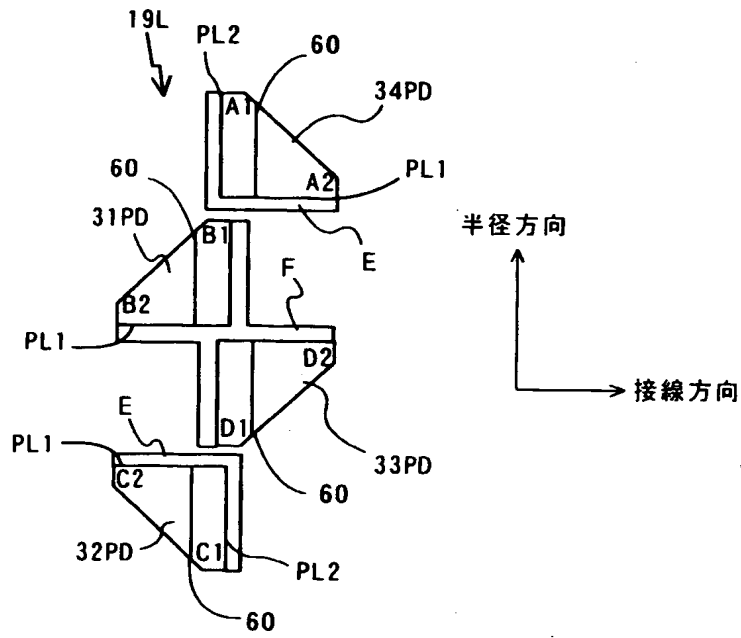
【図 21】



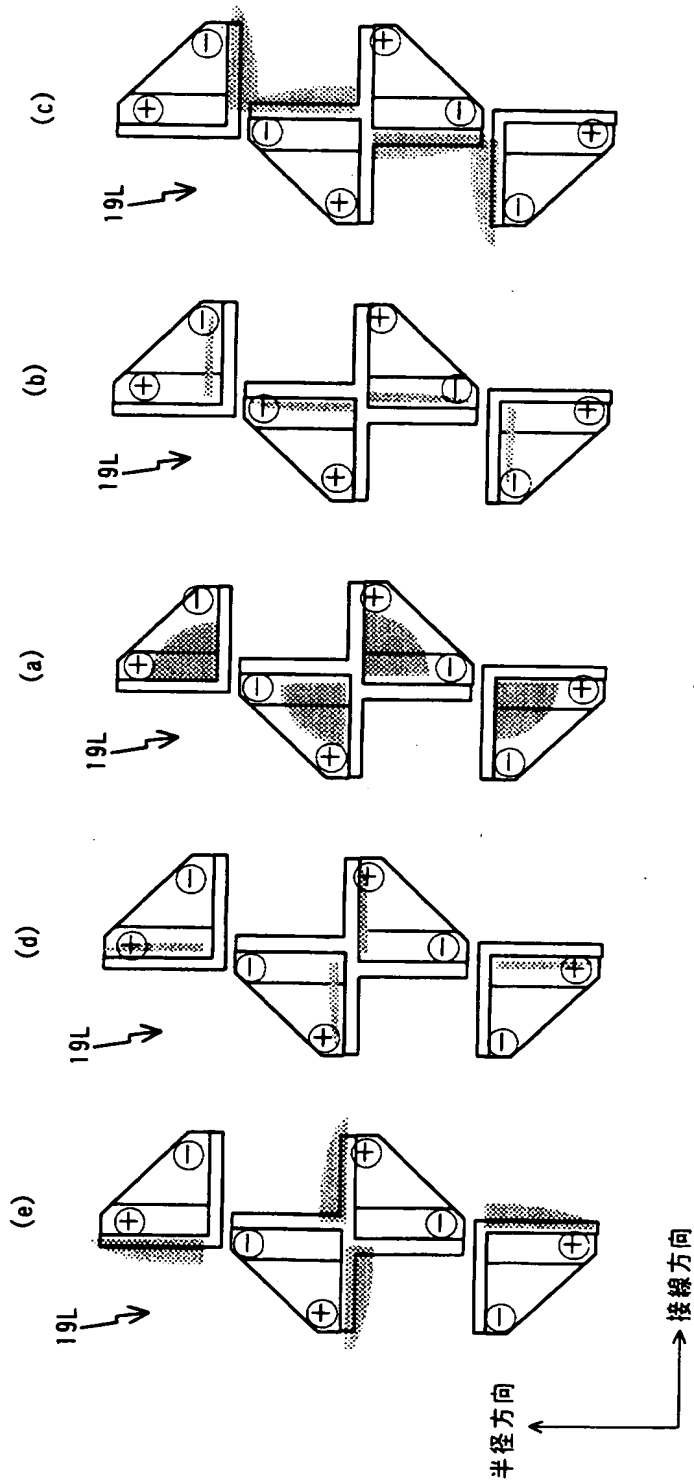
【図 22】



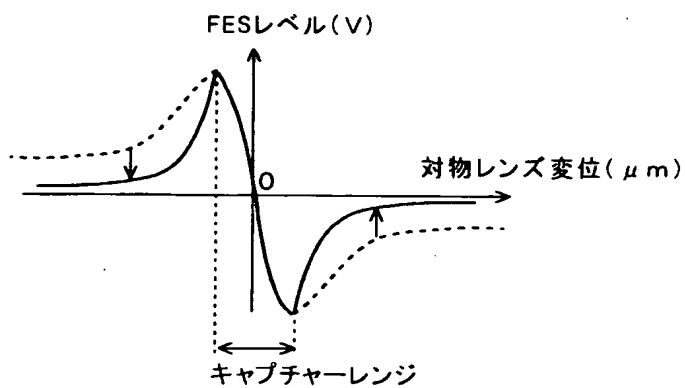
【図 23】



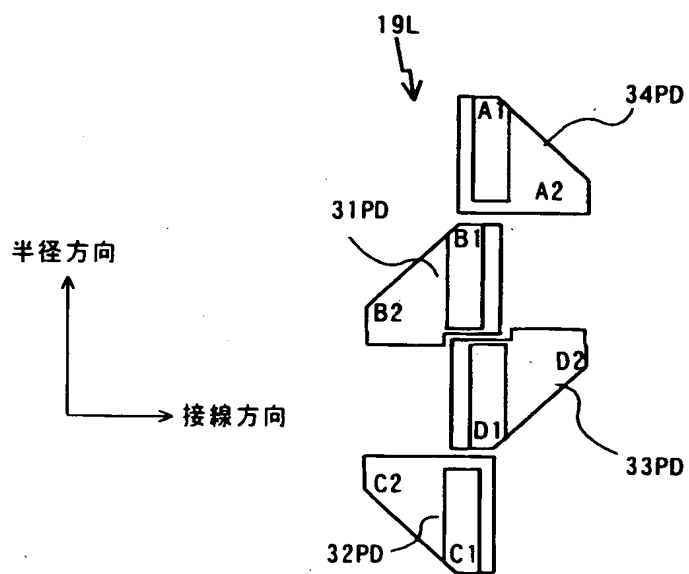
【图 24】



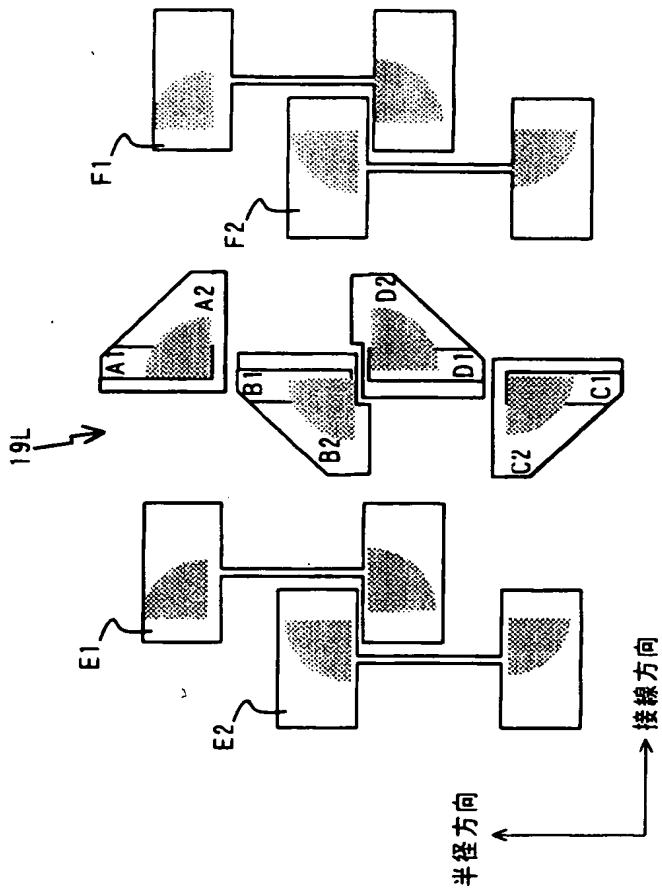
【図 25】



【図 26】



【図 27】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 トラック横切りノイズや光ディスク厚み誤差の影響を受けにくく 3 ビーム方式や D P D 方式との併用が可能な光ピックアップ装置及び焦点誤差検出方法を提供する。

【解決手段】 光学式記録媒体の情報記録面上のトラックに光ビームを集光してスポットを形成する照射光学系、及び、スポットから反射されて戻った戻り光を光検出器へ導く光検出光学系を有し、光ビームの焦点誤差を検出する光ピックアップ装置であって、戻り光の光路に垂直な平面上においてトラックの伸長方向及び該伸長方向に垂直な方向に対応して延在する 2 つの分割線を境に光路の中心から 4 分割された第 1 ～第 4 象限の領域を有し、分割線を境に同じ側の隣接する領域を通過する戻り光へ光路周りに互いに 9 0 度回転した方向の非点収差を付与するとともに、戻り光を領域毎に少なくとも 4 つに分離する焦点誤差検出用光学素子と、分離された戻り光を受光し、各々が非点収差が付与された光学系において光ビームが円形となる像面における分割線に対応する輪郭線を有しかつ輪郭線の一方に略平行に伸長する 2 分割線により分割された 2 つの受光領域からなる離間した複数の受光素子を有する光検出器と、を有する。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都目黒区目黒1丁目4番1号
氏 名	パイオニア株式会社